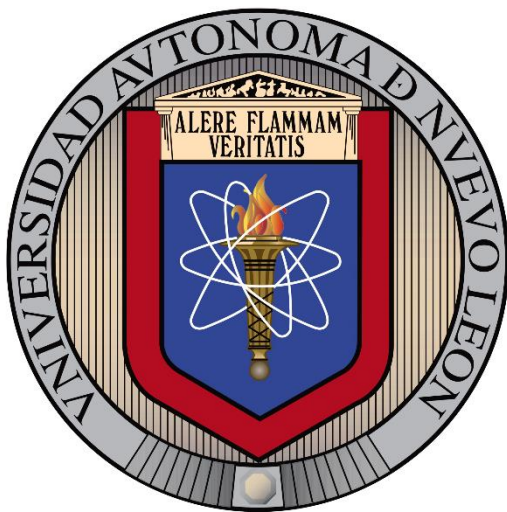


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN



**EFFECTO DE LA ADICIÓN DE PECTINA DE CASCARILLA DE SOYA
(*Glycine Max*) EN LA CALIDAD NUTRICIONAL Y FUNCIONAL EN
SALCHICHA TIPO FRANKFURT**

POR

ANA PATRICIA ARAUJO CHAPA

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN NUTRICIÓN**

NOVIEMBRE, 2018



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y POSGRADO

TESIS

**EFFECTO DE LA ADICIÓN DE PECTINA DE CASCARILLA DE SOYA
(*Glycine Max*) EN LA CALIDAD NUTRICIONAL Y FUNCIONAL EN
SALCHICHA TIPO FRANKFURT**

POR

ANA PATRICIA ARAUJO CHAPA

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN NUTRICIÓN**

DRA. EN C. VANIA URÍAS ORONA

DIRECTOR DE TESIS

DRA. EN C. AURORA DE JESÚS GARZA JUÁREZ

CO-DIRECTOR

Monterrey, Nuevo León, México

Noviembre de 2018

TESIS

**EFFECTO DE LA ADICIÓN DE PECTINA DE CASCARILLA DE SOYA
(*Glycine Max*) EN LA CALIDAD NUTRICIONAL Y FUNCIONAL EN
SALCHICHA TIPO FRANKFURT**

POR

ANA PATRICIA ARAUJO CHAPA

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN NUTRICIÓN**

DIRECTOR DE TESIS

DRA. EN C. VANIA URÍAS ORONA

CO-DIRECTOR

DRA. EN C. AURORA DE JESÚS GARZA JUÁREZ

Monterrey, Nuevo León, México

Noviembre de 2018

Dra. en C. Blanca Edelia González Martínez
Subdirectora de Investigación, Innovación y Posgrado
Facultad de Salud Pública y Nutrición
Universidad Autónoma de Nuevo León

P R E S E N T E

Por este conducto le comunicamos que hemos concluido la dirección y codirección de la tesis titulada “EFECTO DE LA ADICIÓN DE PECTINA DE CASCARILLA DE SOYA (Glycine Max) EN LA CALIDAD NUTRICIONAL Y FUNCIONAL EN SALCHICHA TIPO FRANKFURT”, presentada por la L. C. A. Ana Patricia Araujo Chapa con la finalidad de obtener el grado de maestría en ciencias en nutrición.

Sin otro particular, le enviamos un cordial saludo.

Atentamente

“Alere Flammam Veritatis”

Monterrey, Nuevo León a 26 de Noviembre de 2018.

Dra. en C. Vania Urías Orona

Directora

**Dra. en C. Aurora de
Jesús Garza Juárez**

Co-Directora

COMITÉ DE EVALUACIÓN DE TESIS

El Comité de Evaluación de Tesis APROBÓ la tesis titulada: “EFECTO DE LA ADICIÓN DE PECTINA DE CASCARILLA DE SOYA (Glycine Max) EN LA CALIDAD NUTRICIONAL Y FUNCIONAL EN SALCHICHA TIPO FRANKFURT”, presentada por la L. C. A. Ana Patricia Araujo Chapa con la finalidad de obtener el grado de Maestría en Ciencias en Nutrición.

Monterrey, Nuevo León a 26 de Noviembre de 2018.

Dra. Vania Urías Orona

Presidente

Dra. Aurora de Jesús Garza Juárez

Secretario

Dr. Jesús Alberto Vázquez Rodríguez

Vocal

**“EFECTO DE LA ADICIÓN DE PECTINA DE CASCARILLA DE SOYA
(*Glycine Max*) EN LA CALIDAD NUTRICIONAL Y FUNCIONAL EN
SALCHICHA TIPO FRANKFURT”**

Aprobación de la tesis:

Dra. Vania Urías Orona

Presidente

Dra. Aurora de Jesús Garza Juárez

Secretario

Dr. Jesús Alberto Vázquez Rodríguez

Vocal

Dra. en C. Blanca Edelia González Martínez

Subdirectora de Investigación, Innovación y Posgrado

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios, por darme la fuerza y los ánimos para concluir este proyecto, por poner en mi camino personas que me respaldaban y estaban ahí para apoyarme, que hicieron muy grato mi recorrido en este proyecto de vida, gracias porque nunca me dejaste sola y estuviste ahí en cada momento de desespero y frustración, alegría y diversión. Esto lo he podido lograr por la capacidad, la vida y las oportunidades que me has regalado.

A mi querida mamá Nelly Chapa, por amarme y apoyarme de manera incondicional en cada una de mis decisiones y proyectos de vida emprendidos. Gracias por ser mi pilar, por darme palabras de aliento en cada momento que las necesitaba, y por qué sé que cualquiera que sea mi próximo paso, tú me respaldarás. A mi querido papá Juan Antonio Araujo que desde el cielo sé que me miras y me cuidas en todos los aspectos de mi vida, sé que si estuvieras aquí estarías orgulloso de mí. A mis hermanos Tony y Miguel por siempre ser mis fieles compañeros y defensores, por hacerme crecer feliz, enseñarme a defenderme y a luchar por lo que quieres. A mi amado novio, sin ti simplemente esto no hubiera sido posible, gracias por el apoyo brindado en cada momento, por aguantar mis días de estrés y disfrutar de cada momento de alegría, te amo.

A mis amigos de la maestría Cristy, Sandra, Paola, Raquel, Susana, Caro, Jacob e Isra, gracias por compartir conmigo grandes momentos de alegría y por el apoyo en los momentos de duda.

A todos mis profesores por siempre tener las puertas abiertas, compartir sus conocimientos y ser excelentes guías en este proyecto. A la Dra. Vania por aguantarme todos los días con mis pláticas infinitas y problemas existenciales, yo sé que me quiere.

AGRADECIMIENTOS

Al Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Programa de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica (PAICYT) por el apoyo económico otorgado durante estos dos años, el cual fue indispensable para poder realizar mis estudios de posgrado. Al Centro de Investigación en Nutrición y Salud Pública de la Facultad de Salud Pública y Nutrición por darme la oportunidad de llevar a cabo mis estudios de maestría para poder cumplir un objetivo más en mi formación académica, al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo unidad Culiacán y a la Facultad de Agronomía de la UANL por permitirme el uso de sus laboratorios y por si invaluable ayuda en el desarrollo de este estudio.

A mi Directora de Tesis Dra. Vania Urías por siempre estar ahí tan servicial para mí. Por qué siempre estuvo con los brazos abiertos, no solamente para cuestiones académicas, si no para extender su mano cada vez que lo necesité, darme una palabra de aliento y brindarme su apoyo incondicional en todo momento. Gracias por permitirme aprender a su lado y conocer el mundo de la investigación científica. A mi comité de Tesis, Dra. Aurora, Dr. Guillermo Niño, Dr. Jesús Vázquez y Dra. Ana Laura, gracias por el apoyo y valiosas contribuciones para el enriquecimiento de este trabajo de investigación.

A mis compañeros, les agradezco a todos por la convivencia y amistad que me brindaron.

A mi familia por el apoyo incondicional y a mi novio por siempre estar, en cada momento de duda, de estrés, de alegría y de triunfo.

Por ultimo a todas las personas que me apoyaron de una u otra forma a concluir esta etapa, muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN	1
2. ABSTRACT	3
3. INTRODUCCIÓN	5
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
5. ANTECEDENTES	8
5.1 Carne y productos cárnicos.....	8
5.2 Salchichas	9
5.2.1 Composición nutrimental de la salchicha	9
5.3 Enfermedades relacionadas al consumo de embutidos	10
5.4 Importancia del desarrollo de productos cárnicos funcionales.....	10
5.5 Ingredientes no cárnicos para el desarrollo de productos cárnicos saludables	11
5.6 Material vegetal como fuente de fibra dietaria.....	12
5.7 Leguminosas.....	12
5.7.1 Soya.....	13
5.7.2 Composición nutrimental del grano de soya	14
5.7.3 Cascarella de soya	15
5.8 Fibra dietaria	16
5.8.1 Fibra soluble.....	17
5.9 Pectina.....	17
5.9.1 Origen y estructura química.....	17
5.9.2 Grado de Metoxilación.....	19
5.9.3 Fuentes de pectina	20
5.9.3.1 Fuentes convencionales.....	20
5.9.3.2 Fuentes no convencionales.....	21
5.9.4 Pectinas y su relación con la salud.....	22
6. JUSTIFICACIÓN	24
7. HIPÓTESIS.....	25
8. OBJETIVO GENERAL	26
9. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
10. MATERIAL Y MÉTODOS.....	27

10.1	Materia prima	27
10.2	Obtención de la pectina	27
10.3	Caracterización de la pectina	28
10.3.1	Contenido de azúcares neutros	28
10.3.2	Cuantificación de minerales.....	29
10.4	Elaboración de la salchicha	29
10.5	Composición nutrimental	30
10.6	Propiedades fisicoquímicas de las salchichas	33
10.6.1	pH	33
10.8.2	Acidez.....	33
10.8.3	Color.....	34
10.8.4	Firmeza	34
10.8.5	Capacidad de Retención de Agua (CRA)	34
10.9	Polifenoles Totales y Capacidad Antioxidante.....	35
10.9.1	Determinación del contenido de polifenoles totales	35
10.9.2	Inhibición del radical DPPH (2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo)	35
10.9.3	Capacidad de Inhibición del radical ABTS (ácido 2, 2 - azinobis (3 etilbenzotiazolin)-6-sulfónico).....	36
10.9.4	Poder antioxidante reductor de hierro (FRAP).....	36
11.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	38
12.	RESULTADOS	39
12.1	Rendimiento de la pectina	39
12.2	Azúcares Neutros	39
12.3	Minerales	39
12.4	Composición nutrimental de la salchicha	40
12.4.1	Grasa	41
12.4.2	Proteína.....	41
12.4.3	Humedad.....	41
12.4.4	Fibra dietaria total.....	41
12.5	Minerales	42
12.6	Propiedades físico-químicas	42
12.6.1	pH y acidez	42
12.6.2	Color	43

12.6.3	Capacidad de Retención de Agua (CRA).....	44
12.6.4	Firmeza.....	44
12.7	Polifenoles Totales (FT)	45
12.8	Capacidad Antioxidante	46
12.8.1	DPPH	46
12.8.2	ABTS	46
12.9.3	FRAP	47
13.	DISCUSIÓN.....	49
13.1	Rendimiento de la pectina.....	49
13.2	Azucares Neutros de la pectina	49
13.3	Minerales en la pectina.....	49
13.4	Análisis nutrimental de la salchicha.....	50
13.4.1	Grasa	50
13.4.2	Proteína.....	50
13.4.3	Humedad.....	51
13.4.4	Fibra Dietaria Total.....	51
13.5	Minerales	52
13.6	Propiedades físico-químicas	53
13.6.1	pH y acidez.....	53
13.6.2	Color.....	53
13.6.3	Capacidad de Retención de Agua (CRA)	54
13.6.4	Firmeza	54
13.7	Polifenoles Totales (FT)	55
13.8	Capacidad Antioxidante	55
14.	CONCLUSIÓN.....	57
15.	BIBLIOGRAFÍA.....	58

LISTA DE TABLAS

Número de tabla	Descripción	Página
1	Compuestos bioactivos utilizados como ingredientes funcionales en la producción de cárnicos.	11
2	Composición nutricional (g/100 g) de las principales leguminosas de consumo humano.	13
3	Contenido de pectina (%) de algunas fuentes convencionales.	21
4	Contenido de pectina (%) de algunas fuentes no convencionales.	21
5	Composición porcentual de las pastas cárnicas para salchichas.	30
6	Métodos utilizados para evaluar la composición nutrimental de las salchichas.	31
7	Composición de azúcares neutros (%) de la pectina de cascarilla de soya.	39
8	Composición de minerales (ppm) de la pectina de cascarilla de soya.	40
9	Análisis Nutrimental (%) de cada tratamiento.	40
10	Contenido de minerales (mg/100 g) en salchichas.	42
11	Propiedades fisicoquímicas de las salchichas.	43
12	Efecto de la incorporación de pectina en el color (L, a, b) en salchichas.	43
13	Capacidad de Retención de Agua (%) de las salchichas.	44
14	Análisis de firmeza (N) de las salchichas.	45
15	Contenido de polifenoles totales (mg de ácido gálico/kg).	45
16	Poder antioxidante DPPH (μmol trolox/kg) de las salchichas.	46

17	Poder antioxidante ABTS ($\mu\text{mol trolox/kg}$) de las salchichas.	47
18	Poder antioxidante reductor de hierro ($\mu\text{mol trolox/kg}$) de las salchichas.	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Composición nutrimental del grano de soya.....	15
Figura 2. Cascarilla de soya.....	15
Figura 3. Estructura general de la cadena de pectina.....	18
Figura 4. Esquema de la estructura química de la pectina.....	19
Figura 5. Representación del grado de metoxilación de la pectina.....	20

NOMENCLATURAS

HCl	ácido clorhídrico
cm	centímetro
g	gramos
GC	Grado analítico
h	hora
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
kg	kilogramos
L	Litros
μ L	micro litro
μ m	micromoles
mg	miligramo
mL	mililitro
mm	milímetro
mM	miliMoles
min	minuto
nm	nanómetro
N	Newtons
NMX	Norma Mexicana
N	normalidad
pH	potencial de hidrogeno
rpm	revoluciones por minuto

1. RESUMEN

Debido a la elevada demanda de carne, gran parte de la producción se destina a su procesamiento, esto comprende la elaboración de embutidos convirtiendo la carne en un producto más barato y disponible para la población. Sin embargo, su consumo elevado ha sido ampliamente asociado a la aparición de enfermedades cardiovasculares, cáncer, obesidad y diabetes mellitus tipo 2, por tal razón, estos alimentos juegan un papel crítico en la dieta humana. En este contexto, una alternativa para la industria cárnica es el desarrollo de productos más saludables, con perfiles nutricionales mejorados. La cascarilla de soya es uno de los principales subproductos derivados de la producción del aceite, es un material rico en nutrientes como proteína, hidratos de carbono y fibra dietaria (celulosa, hemicelulosa, mucílagos y pectinas), por lo que se puede considerar como materia prima de interés para la elaboración o enriquecimiento de alimentos como los embutidos, los cuales carecen de un beneficio nutricional. La pectina es ampliamente utilizada como ingrediente funcional en la industria de los alimentos debido a sus propiedades estabilizantes y a su habilidad para formar geles acuosos, los cuales son importantes para incrementar la viscosidad y para crear o modificar la textura de diversos alimentos. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el aporte nutrimental, funcional y fisicoquímico de la pectina de cascarilla de soya en una salchicha tipo Frankfurt. Se usó una formulación tradicional para la elaboración de la salchicha a base de carne de cerdo, se establecieron tres tratamientos: salchicha control (SC) sin pectina, salchicha + 1% de pectina (T1) y salchicha + 1.5% de pectina (T2) los cuales se mantuvieron en refrigeración a 4° C por 7 días. La cascarilla de soya dio un rendimiento del 8% en la extracción de la pectina. El T2 mostró un mejor aporte nutrimental comparado con los otros tratamientos, favoreciendo significativamente un contenido menor de grasa y sodio, a su vez, aumentando significativamente el aporte de fibra y calcio. Por otra parte, los tratamientos con pectina contenían significativamente más polifenoles que la SC los cuales no se vieron afectados durante el tiempo

de almacenamiento. Además se observó el efecto positivo de la pectina en la capacidad de retención de agua, el T2 no tuvo una pérdida significativa de este parámetro en los días de almacenamiento mientras que el T1 y el control si redujeron significativamente su retención de agua, esto va ligado a la firmeza en la que se pudo observar que al día 7 de almacenamiento, se necesitó un 27% menos de fuerza para deformar la salchicha perteneciente al T2. En el parámetro de color no se encontró diferencia significativa con la adición de la pectina al producto. Los resultados sugieren que la pectina extraída de la cascarilla de soya tiene un potencial de aplicación en los alimentos y puede ser utilizada como ingrediente para el mejoramiento de la calidad funcional y nutricional de productos embutidos.

2. ABSTRACT

Due to the high demand for meat, much of the production is used for processing, this includes making sausages making meat a cheaper and available to the population. However, its high consumption has been widely associated with the appearance of cardiovascular diseases, cancer, obesity and diabetes mellitus type 2, therefore, these foods play a critical role in the human diet. In this context, an alternative for the meat industry is the development of healthier products, with improved nutritional profiles. Soybean husk is one of the main byproducts derived from the production of oil, it is a material rich in nutrients such as protein, carbohydrates and dietary fiber (cellulose, hemicellulose, mucilages and pectins), so it can be considered as matter premium of interest for the preparation or enrichment of foods such as sausages, which lack a nutritional benefit. Pectin is widely used as a functional ingredient in the food industry due to its stabilizing properties and its ability to form aqueous gels, which are important for increasing viscosity and for creating or modifying the texture of various foods. Therefore, the objective of this work was to evaluate the nutrimental, functional and physicochemical contribution of soybean pectin in a Frankfurt type sausage. A traditional formulation was used for the preparation of the sausage based on pork, three treatments were established: control sausage (SC) without pectin, sausage + 1% pectin (T1) and sausage + 1.5% pectin (T2) which were kept in refrigeration at 3 ° C for 7 days. A yield of 8% was obtained in the extraction of the pectin. The T2 showed a better nutritional contribution compared to the other treatments, significantly promoting a lower content of fat and sodium and significantly increasing the fiber and calcium intake. On the other hand, the treatments with pectin contained significantly more polyphenols than the SC which was not affected during the storage time. In addition, the positive effect of pectin on the water retention capacity was observed, T2 did not have a significant loss of this parameter on storage days, while T1 and the control did significantly reduce their water

retention, this is linked to the firmness in which it was observed that on day 7 of storage, 27% less force was needed to deform the sausage belonging to T2.

In color, no significant difference was found with the addition of pectin to the product. The results suggest that pectin extracted from soybean husk has a potential for application in foods and can be used as an ingredient for improving the functional and nutritional quality of sausage products.

3. INTRODUCCIÓN

La carne es un alimento de gran valor en la dieta humana debido a su alto contenido de proteínas ricas en aminoácidos esenciales, así como vitaminas del complejo B, lípidos y minerales (Hui, et al., 2007; Olmedilla, et al., 2013). Debido a la elevada demanda, gran parte de la producción de carne se destina a su procesamiento que comprende la fabricación de embutidos a partir de músculo, grasa animal y determinados aditivos utilizados para mejorar la apariencia y sabor, haciéndolos así más baratos y disponibles para la población. Sin embargo, su consumo elevado ha sido ampliamente asociado a la aparición de enfermedades cardiovasculares, cáncer, obesidad y diabetes mellitus tipo 2, por lo anterior, estos alimentos juegan un papel crítico en la dieta humana (Toldra y Reig, 2011). En este contexto, una alternativa para la industria cárnica es el desarrollo de productos más saludables, con perfiles nutricionales mejorados. Los embutidos, pueden potencialmente fungir como un vehículo para la incorporación de nutrientes como ácidos grasos poliinsaturados, minerales, fibra, antioxidantes, péptidos bioactivos, entre otros (Decker y Park, 2010). Una opción prometedora para el desarrollo de productos cárnicos más saludables es el uso de desechos industriales vegetales debido a su composición rica en polisacáridos y fibra. En este sentido, la cascarilla del grano de soya (*Glycine Max*) es un residuo industrial con potencial nutricional por su perfil de compuestos en los que destaca una elevada concentración de carbohidratos, donde el 60% corresponde a la fibra dietaria, la mayor parte corresponden a componentes de la pared celular, entre los que se encuentra un contenido del 12% de pectinas (Gaggiotti y Gallardo, 2006). Debido a sus propiedades gelificantes, espesantes y estabilizantes, la pectina ha sido ampliamente utilizada en la industria de los alimentos. Se ha reportado el efecto de la incorporación de pectinas comerciales en diversos productos alimenticios (Candogan y Kolsarici, 2003), como la pectina de cascara de cítricos (Fernández-López et al., 2004) y la pectina de cáscara de manzana (Bockki et

al., 2010) que fueron añadidas en productos cárnicos embutidos, los resultados concuerdan en que la pectina reduce la dureza de los embutidos, además de tener mayor capacidad de retener el agua sin mostrar una diferencia sensorial. Además, Onyango y Mu (2017) analizaron pectina de camote y Vasily et al. (2017), analizaron diferentes pectinas obtenidas de cebolla amarilla, col blanca, zanahoria y chile morrón, encontrando en todas ellas capacidad antioxidante. En este contexto, el objetivo del presente trabajo es evaluar el aporte nutrimental, funcional y fisicoquímico de la pectina de cascarilla de soya en una salchicha tipo Frankfurt.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El principal uso de la soya (*Glycine Max*) en la industria es la extracción de su aceite; dicho material genera al año aproximadamente 512,000 kg de cascarilla de soya. La cascarilla es un material rico en nutrientes como proteína (10%), carbohidratos (75%) y fibra dietaria (60%), por lo que se puede considerar como materia prima de interés para la elaboración o enriquecimiento de otros alimentos, como los embutidos ya que carecen de un beneficio nutricional (Badui, 2013).

Los embutidos, se han asociado a un incremento del 42% de riesgo a desarrollar enfermedades cardíacas y un 19% en la probabilidad de desarrollar diabetes mellitus tipo 2 (Micha et al., 2010). Las salchichas son un alimento común entre la población infantil y adolescentes, lo cual es de preocupar, ya que este grupo de consumidores no recibe la calidad de nutrientes necesarios para su desarrollo (Guevara, 2008).

Por lo que se plantea reutilizar este subproducto (cascarilla de soya), para la extracción de pectina (fibra dietaria soluble), con la finalidad de enriquecer la salchicha tipo Frankfurt, mejorando sus propiedades reológicas, nutricionales y fisicoquímicas.

5. ANTECEDENTES

5.1 Carne y productos cárnicos

Debido a su composición, la carne representa una fuente importante de nutrientes que son esenciales para el crecimiento y desarrollo óptimo (Khan et al., 2011). Como parte esencial de una dieta mixta, la carne asegura la ingesta adecuada de macronutrientes y micronutrientes esenciales, además de los aminoácidos involucrados en procesos de regulación del metabolismo proteico (Higgs y Mulvihill, 2002).

Debido a la elevada demanda de consumo de carne, gran parte de su producción a nivel mundial se destina a su procesamiento que comprende la fabricación de embutidos principalmente, los cuales se elaboran partir de músculo, grasa animal y diversos aditivos, utilizados para mejorar la apariencia y sabor (Feiner, 2006).

La producción de embutidos en México en 2014, según el INEGI, llegó a 863 mil toneladas, siendo la salchicha y jamón los embutidos que representaron el 90% del total de la producción, mientras que el restante correspondió a productos como queso de puerco, chorizo, longaniza, tocino y mortadela, principalmente.

Uno de los embutidos de mayor consumo son las salchichas, las cuales son definidas por la norma mexicana NMX-F-065- 1984 como “Producto alimenticio embutido de pasta semifirme de color característico, elaborado con la mezcla de carne de res y/o cerdo y grasa de las especies antes mencionadas, adicionado de condimentos, especias y aditivos grado alimenticio”.

En México se reporta, que de la producción total de embutidos, la salchicha representan un 48% de su consumo (Consejo Mexicano de la Carne). Sin embargo, su consumo elevado ha sido ampliamente relacionado con la promoción de enfermedades asociadas con problemas cardiovasculares, ciertos

tipos de cáncer y obesidad (Micha et al., 2010), es por ello que este tipo de productos juegan un papel crítico en la dieta humana (Toldra y Reig, 2011).

5.2 Salchichas

La salchicha es embutida en una membrana artificial (colágeno, celulosa o incluso plástico) de forma alargada y cilíndrica elaborado a partir de una mezcla de carne de diferentes animales, especias y otros condimentos, cocida y/o ahumada. Para su elaboración se suelen aprovechar las partes del animal que, aunque sean comestibles y a menudo nutritivas, no tienen un aspecto particularmente apetecible, como la grasa, las vísceras y la sangre. (Guerrero y Arteaga, 1990). En México, 3 de cada 10 personas consumen salchicha 2 o 3 veces por semana. Es un producto buscado por su sabor y gran versatilidad al momento de hacer alguna comida, además de que su costo es bajo. El consumo per cápita anual de salchicha es de 3.91 kg (Merlo, 2016).

5.2.1 Composición nutrimental de la salchicha

El valor energético de las salchichas varía en función de cada variedad e incluso de cada marca comercial, dependiendo de la cantidad de grasa; la cual puede oscilar entre 20-27%, principalmente conteniendo grasa monoinsaturada, también contiene colesterol similar al presente en la carne fresca, aproximadamente 70 mg/100 g; el contenido en hidratos de carbono de las salchichas varía entre un 0.4-8.4% en función de la harina, almidón o la fécula añadida en la formulación de la pasta cárnica, las cuales son utilizadas para darle consistencia al producto, además, frecuentemente, la carne utilizada en la elaboración de este alimento suele ser rica en tejido conjuntivo y colágeno, lo cual hace que el aporte de proteínas sea de menor calidad (Tarté, 2008). Además, los ingredientes como la grasa y el sodio vuelven a las salchichas de mala calidad nutricional y afectan significativamente la salud de los consumidores (Chen-yu et al., 2009).

5.3 Enfermedades relacionadas al consumo de embutidos

Los riesgos a la salud que existen al consumir regularmente estos productos son diversos, entre ellos se encuentra el riesgo de desarrollar leucemia en niños (Chen-yu L., et al., 2009), riesgo de desarrollar tumores cerebrales en niños cuyas madres consumieron salchichas una o más veces por semana durante el embarazo y también se presenta un mayor riesgo de cáncer de cerebro en los niños que consumieron salchichas una o más veces por semana (Dietrich M. et al., 2005) riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares (Kontogianni M. et al., 2007; McAfee A. et al., 2010), obesidad (Wang Y. y Beydoun M. 2009) y cáncer colorectal (Aune D. et al., 2013). Además cada porción por día de carne procesada se asoció con 42% más riesgo de enfermedad coronaria y 19% más riesgo de diabetes mellitus tipo 2 (Micha R. et al., 2010).

5.4 Importancia del desarrollo de productos cárnicos funcionales

Durante los últimos años ha aumentado la concientización y tendencias de consumo de alimentos saludables debido a la continua aparición de evidencias científicas que muestran como a través de la dieta se puede mejorar la salud, previniendo enfermedades y por lo tanto favoreciendo el bienestar físico y mental (Jiménez y Olmedilla, 2014). Debido a esto se están desarrollando alimentos percibidos como más saludables, entre los que cabe destacar los alimentos funcionales que en la actualidad constituyen un mercado en alza y uno de los principales impulsores del desarrollo de nuevos productos, el término “funcional” surge de la idea del uso de alimentos que brinden un beneficio a la salud más allá de la nutrición, siendo esto un enfoque de gran importancia para la industria cárnica (Grasso et al., 2014).

La ingesta elevada de productos cárnicos conlleva a la presencia de efectos negativos a la salud. Por lo tanto, la incorporación de ingredientes con efectos benéficos para la salud o bien la eliminación de compuestos que representen un riesgo a la salud humana son algunas de las estrategias en el desarrollo de productos cárnicos funcionales y gracias a la versatilidad y la posibilidad de

reformulación que muestran, los productos cárnicos son alimentos adecuados para introducir en la dieta diversos ingredientes funcionales sin modificar los hábitos de consumo (Jiménez y Olmedilla, 2014).

5.5 Ingredientes no cárnicos para el desarrollo de productos cárnicos saludables

Se ha evaluado el efecto de la adición de ingredientes no tradicionales en las características de calidad de productos cárnicos, ya que los compuestos ajenos a la emulsión pueden afectarla positiva o negativamente (Jung y Joo, 2013; Savadkoobi et al., 2014).

Distintos compuestos han sido utilizados en el desarrollo de productos cárnicos funcionales dirigidos a personas en diversas situaciones de salud (tabla 1). Las modificaciones de tales compuestos se realizan según el objetivo de salud deseado, por lo que la conveniencia de aumentar o disminuir su consumo en la dieta, va depender de si los efectos asociados son beneficiosos o adversos (Jiménez y Olmedilla, 2014).

Tabla 1. Compuestos bioactivos utilizados como ingredientes funcionales en productos cárnicos

Vitaminas y Minerales esenciales	Nutrientes no esenciales
Vitamina A	Ácidos grasos de cadena larga omega-3
Vitamina C	Fibra dietética
Vitamina E	Ácido linoleico conjugado
Hierro	Péptidos bioactivos
Potasio	Bacterias probióticas
Magnesio	Antioxidantes
Calcio	Prebióticos

(Decker y Park, 2010).

5.6 Material vegetal como fuente de fibra dietaria

Una de las estrategias para el desarrollo de productos cárnicos más saludables involucra la adición de diversos componentes de frutas o vegetales con el fin de aumentar su aporte de fibra dietaria. Numerosos estudios han demostrado que la fortificación de fibra en productos cárnicos pueden lograrse sin impacto adverso en la calidad sensorial; ya que generalmente las fibras añadidas son incoloras e insípidas (Besbes et al., 2008; Choi et al., 2008; Yilmaz y Gecgel, 2009); los productos cárnicos también tienen otras ventajas tales como menor contenido de grasa, mayor capacidad de retención de agua y estabilidad oxidativa mejorada cuando la fuente de fibra se asocia con antioxidantes fenólicos (Choi et al., 2008; Sayago-Ayerdi et al., 2009). Por lo tanto, la adición de fibra dietaria presente en frutos y vegetales puede conferir a los productos cárnicos características potencialmente funcionales.

5.7 Leguminosas

Leguminosa; proviene del latín *legumen* que significa “fruto en legumbre” o “vaina”, que contiene varias semillas dispuestas en fila. Las leguminosas, desde el punto de vista botánico, pertenecen a la familia Fabaceae, cuyas especies presentan la característica común de producir vainas. Las Fabaceas se dividen en tres subfamilias, siendo la Papilionoideae la más amplia y prácticamente la única cuyas especies se cultivan para el consumo humano (López-Amorós, 2000).

Las semillas de las leguminosas se diferencian por el color, forma, tamaño y grosor del tegumento (testa), pero la mayoría de éstas tienen una estructura similar, y cuando madura tienen tres partes estructurales principales: cubierta, cotiledón y embrión (Sarmiento, 2012).

El valor nutritivo de las leguminosas se debe principalmente a su contenido proteico, a la vez que son fuente importante de carbohidratos complejos, algunos de absorción lenta como el almidón y otros no digeribles como los

componentes de la fibra alimentaria. A su vez, presentan un bajo contenido en lípidos, excepto en el caso de semillas oleaginosas, como la soya y el cacahuate, estando mayoritariamente constituidos por ácidos grasos poliinsaturados (Zulet y Martínez, 2001). Presentan también algunos componentes bioactivos minoritarios, y son una importante fuente de minerales (calcio, hierro, cinc) y vitaminas (Rege, 1981). Son las fracciones mayoritarias las que tendrán un mayor peso en las propiedades tecnológicas y funcionales de las leguminosas. Se observa que la soya es una de las leguminosas con mayor contenido de proteínas y lípidos, en comparación con otras leguminosas de consumo humano regular (Tabla 2).

Tabla 2. Composición nutricional de las principales leguminosas de consumo humano.

Leguminosa	Humedad (g/100g)	Lípidos (g/100g)	Proteínas (g/100g)	Carbohidratos (g/100g)	Fibra (g/100g)	Energía (kcal)
Soya	8-10	17-20	38-42	26-29	9-13	398
Lentejas	7-9	1-3	20-28	50-58	9-13	314
Garbanzo	6-10	4-6	17-21	50-60	13-17	329
Chícharos	7-9	1-3	20-26	46-50	14-18	317
Habas	6-9	1-2	23-34	55-60	17-21	331

(Zulet y Martínez, 2001).

5.7.1 Soya

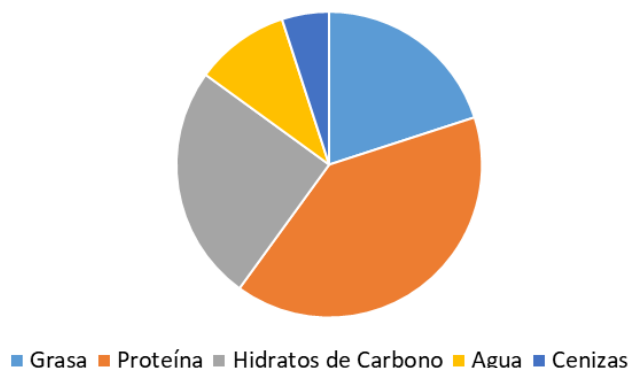
La soya es la oleaginosa con más producción a nivel mundial, con un 55% del total de las oleaginosas producidas anualmente (International Life Sciences Institute, 2004). En México, es uno de los cultivos de mayor importancia; su producción se destina mayoritariamente a la obtención de aceite y harina o expeller; pero parte del remanente del proceso de extracción, se emplea en alimentación animal (Ipharraguerre y Clark, 2003). El aceite extraído tiene aplicaciones en la industria de alimentos, destaca por tener un elevado contenido de ácido linoléico el cual, es esencial para el crecimiento y mantenimiento normal de la piel, además, contiene lecitina la cual posee ciertas

propiedades curativas en los sistemas nervioso y cardiovascular (De Luna, 2007). Los aislados y concentrados de soya destinados a la alimentación animal se desarrollaron a partir del año 1950, en 1960, la nueva tecnología de extracción y extrusión permitió la producción de harinas y concentrados de soya texturizados para alimentos y productos análogos en alimentación humana (Irving et al., 1998).

5.7.2 Composición nutrimental del grano de soya

El grano de la soya está compuesta por una cutícula, hipocotíleo y dos cotiledones. Se considera como oleaginosa debido a que tiene un alto contenido de grasa (20%), además contiene proteína (40%), hidratos de carbono (25%), agua (10%) y cenizas (5%) (Figura 1). Los principales carbohidratos en el grano son sacarosa, rafinosa y estaquiosa, las vitaminas como tiamina y niacina y minerales como fósforo y magnesio, se encuentran en menor proporción. La manera en que el grano es procesado, determina las características de los productos finales como sémola, cascarilla, el concentrado y aislado de proteína; un tratamiento térmico en el grano de soya mejora el sabor y aumenta el valor nutritivo debido a que inactiva los antinutrientes que pudieran estar presentes (De Luna, 2007).

Figura 1. Composición nutrimental del grano de soya.



Fuente: De Luna, 2007. (Elaboración propia).

5.7.3 Cascarilla de soya

La cascarilla de soya (Figura 2) es un subproducto que se genera del procesado del grano de soya para la obtención de aceite, representando un 8% del peso del grano y contiene alrededor del 40% de su fracción fibrosa (Castro, 2005).

Figura 2. Cascarilla de soya



Fuente: Castro, 2005.

La cascarilla de soya tiene una elevada concentración de carbohidratos (alrededor de un 75%), dónde el 60% corresponde a la fibra cruda, la mayor parte corresponden a componentes de la pared celular, entre los que se encuentra un contenido apreciable (12%) de pectinas. La cascarilla contiene un 2% de azúcares solubles (sacarosa) y un 5% de azúcares insolubles (rafinosa, estaquiosa y verbascosa), un contenido proteico del 7-21%. El contenido mineral de la cascarilla de soya es relativamente bajo y variable, especialmente

en fósforo, sodio y cloro, mientras que el contenido en hierro puede oscilar entre 260 y 2800 ppm (Gaggiotti y Gallardo, 2006).

La cascarilla de las semillas de soya suele desperdiciarse o destinarse a suplementar el forraje para ganado (Ipharraguerre y Clark, 2003), por lo que debido a su gran contenido de fibra dietaria, se busca darle un uso como ingrediente funcional para el mejoramiento nutricional de diversos alimentos destinados para consumo humano.

5.8 Fibra dietaria

La fibra dietaria es la fracción de la pared celular de las plantas, resistente a la hidrólisis por las enzimas digestivas del ser humano, pero que pueden ser fermentados por la microflora colónica y excretados por las heces (Cumplings et al., 1996).

La fibra dietaria puede clasificarse de acuerdo a su solubilidad en agua; como solubles (goma, hemicelulosas, mucilagos y pectina) e insolubles (celulosa y ligninas). Cerca del 75% de la fibra dietaria en los alimentos está presente en la forma de fibra insoluble (Matos y Chambilla, 2010).

La carencia de fibra dietaria en la alimentación es un factor causal de numerosas enfermedades como diabetes, obesidad y enfermedades cardiovasculares. Actualmente se dispone de diversas fuentes de fibra dietaria, como los cereales, granos, vegetales, frutas y legumbres, las cuales pueden ser consumidas de manera directa o transformadas en productos ricos en fibra. Su importancia radica en las propiedades fisiológicas en el organismo, así como los efectos en las propiedades físicas y nutrimentales de los alimentos, mejorando la calidad nutrimental de los productos (Escudero y González, 2006).

Una mayor ingesta de fibra dietética se asocia significativamente con un menor riesgo de accidente cerebrovascular (Threapleton et al., 2013), previene y reduce los trastornos intestinales y la diabetes tipo 2 (Mudgil y Barak, 2013), y además reduce la probabilidad de padecer cáncer de mama (Aune et al., 2012) y cáncer colorrectal (Norat et al., 2011).

5.8.1 Fibra soluble

Este tipo de fibra, en contacto con el agua forman un retículo donde queda atrapada, originándose soluciones de gran viscosidad; los efectos derivados de la viscosidad de la fibra son los responsables de sus acciones sobre el metabolismo lipídico, hidrocarbonado y en parte su potencial anticarcinogénico, también tienen la propiedad de retardar la evacuación gástrica, haciendo más eficiente la digestión, la absorción de alimentos y generan mayor saciedad (Kin, 2000).

La fibra soluble se constituye de polisacáridos no-celulósicos como: gomas (xantana, guar, tragacanto), algunas hemicelulosas (arabinoxilanos y arabinogalactanos), mucilagos y pectinas. Este tipo de fibra se encuentra en altas concentraciones en frutas (10-15%) y algas marinas (25%) (Lajolo et al., 2001).

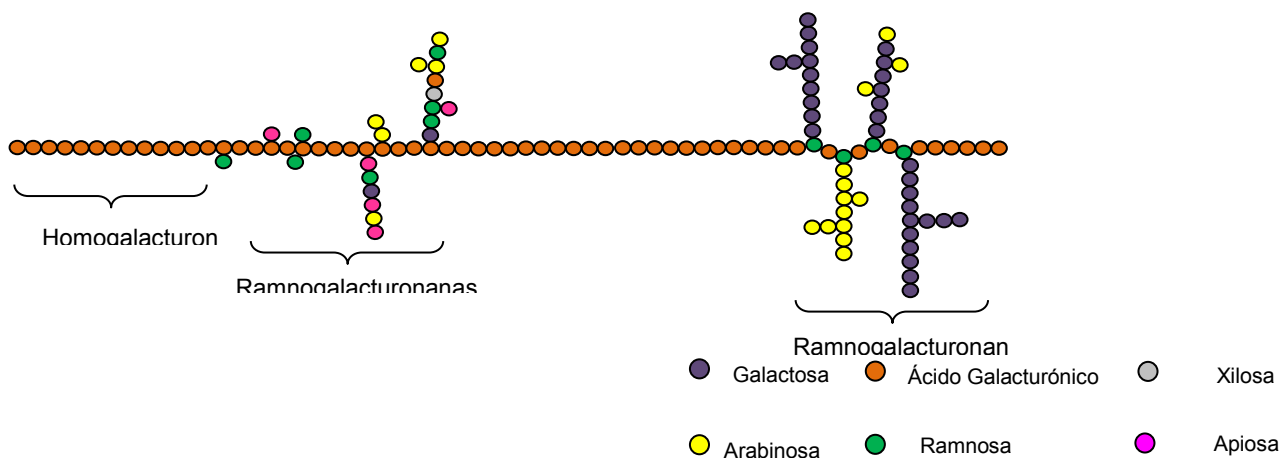
5.9 Pectina

5.9.1 Origen y estructura química.

La pectina es una sustancia natural que se forma principalmente en la pared primaria y en los tejidos mesenquimáticos y parenquimáticos de frutos y vegetales, también participa en el crecimiento y diferenciación celular de la planta (Voragen et al., 2009). La estructura de la pectina varía mucho debido a sus variadas fuentes y métodos de extracción, pero se pueden clasificar en tres tipos de acuerdo a características comunes: homogalacturonano (HG), ramnogalacturona I (RG I) y ramnogalacturona II (RG II) (Caffall K. y Mohnen D. 2009; Leclerc et al., 2013).

Estructuralmente la pectina puede estar constituida hasta por 8 diferentes tipos de azúcares neutros: glucosa, ramnosa, fructosa, arabinosa, xilosa, manosa, galactosa y apiosa, siendo galactosa, arabinosa y manosa los más abundantes (Enríquez-Guevara et al., 2010). Dependiendo de la cantidad de residuos de galactosa, arabinosa y ramnosa en algunas regiones de las cadenas laterales se identifican tres estructuras químicas en las pectinas: ramnogalacturonanas (RG) tipo I y II y las homogalacturonanas (HG) (Figura 3). El porcentaje de HG representa el 65%; RG I es aproximadamente 20-35% y el resto es RG II. La columna vertebral de la pectina, se compone de ácidos D-galacturónicos (GalpA) unidos a través de enlaces α -1, 4 glicosidos (Cosgrove, 2005).

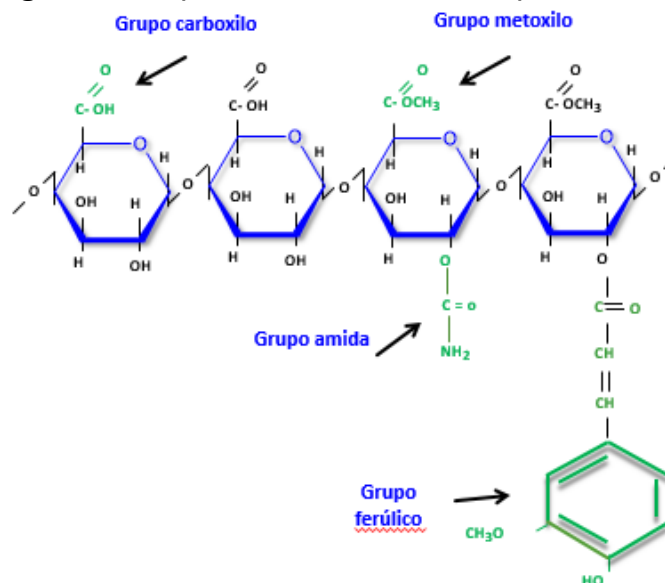
Figura 3. Estructura general de la cadena de pectina.



(Enríquez-Guevara et al., 2010).

Una de las características más importantes que definen a las pectinas y que es de gran utilidad en la industria alimentaria y farmacéutica, es el grado de sustitución de los grupos carboxilos; en la cadena de pectina podemos encontrar diferentes constituyentes como grupos metoxilo, grupos amidas y grupos ferúlicos (Figura 4) (Thakur et al., 1997).

Figura 4. Esquema de la estructura química de la pectina.

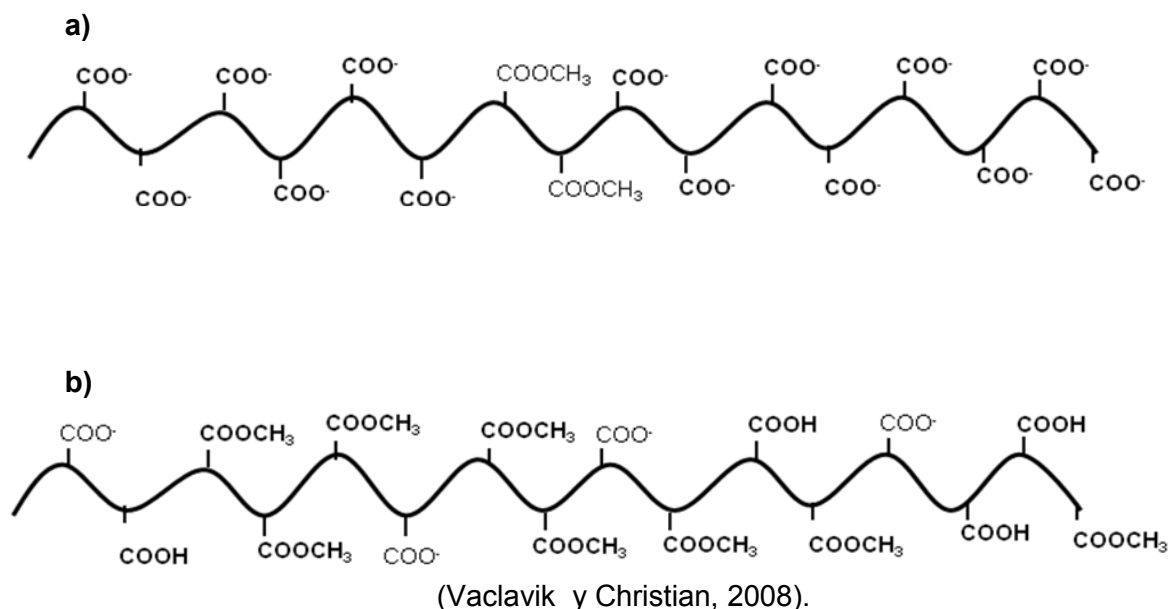


(Thakur et al., 1997).

5.9.2 Grado de Metoxilación.

El grado de metoxilación (GM) en una pectina se refiere a la presencia de grupos carboxilos metoxilados (Vaclavik y Christian, 2008). En una pectina de bajo GM menos de la mitad de sus grupos carboxilos se encuentran metoxilados $\text{COOCH}_3 < 50\%$ (Figura 5a) y su principal característica es su habilidad para enlazarse con los iones divalentes como el Ca^{+2} (Yapo et al., 2007a). Una pectina de alto GM tiene en su estructura más de la mitad de sus grupos carboxilos metoxilados $\text{COOCH}_3 > 50\%$ y su capacidad para unirse a iones divalentes se ve disminuída (Figura 5b).

Figura 5. Representación del grado de metoxilación de la pectina, (a) bajo grado y (b) alto grado.



5.9.3 Fuentes de pectina

La pectina deriva naturalmente de plantas, en las que constituye aproximadamente un tercio de las paredes de las dicotiledóneas y algunas plantas monocotiledóneas. También se encuentran en pequeñas proporciones de paredes celulares en gramíneas (2-10%) y tejidos de madera (5%) (Voragen et al., 2009).

5.9.3.1 Fuentes convencionales

La pectina es uno de los principales biopolímeros recuperados principalmente de los residuos de cítricos y de las manzanas (Kumar y Chauhan, 2010). Los subproductos de la industria de jugo de frutas, bagazo de manzanas y albedos de cítricos (limón, limón verde, naranja, toronja), constituyen básicamente las fuentes industriales de pectinas (Tabla 3) (Rojas et al., 2008). Se les consideran convencionales porque son las más comunes y las de mejor rendimiento ante los tratamientos de extracción. El albedo de cítricos y

la cáscara de manzana son ricos en sustancias pécticas e importantes materias primas para la producción de pectina en todo el mundo (Fox 1984).

Tabla 3. Contenido de pectina (%) de algunas fuentes convencionales.

Material crudo	Contenido de pectina (%)	Referencia
Naranja	10.6-20.9	Kaya et al. (2014); Venzon et al. (2015).
Toronja	21.6-28	
Limón	20.9-30.6	
Lima	12-29.6	
Cáscara de Manzana	4.6-20.9	Canteri-Schemin et al., (2005); Bockki Min et al. (2011).

5.9.3.2 Fuentes no convencionales

Existe un interés general en el uso de desperdicios de productos obtenidos de bio-industrias, para minimizar los problemas ambientales y aprovechar las grandes cantidades de biomasa para elaborar productos con valor agregado. Por tanto, la búsqueda de fuentes de pectina no convencionales como la cascarilla de soya, garbanzo y cacao (Tabla 4), han atraído el interés en los últimos años (Stephen et al., 2006).

Tabla 4. Contenido de pectina (%) de algunas no fuentes convencionales.

Material crudo	Contenido de pectina (%)	Referencia
Soya	12-29.61	Kalapathy y Proctor (2001); Chun Liu et al., (2016).
Girasol	4.36-14.08	Iglesias y Lozano (2004).
Cacao	2.64-12.60	Vriesmann et al., (2011).

5.9.4 Pectinas y su relación con la salud

De acuerdo a la FDA (2014), la pectina es denominada como un aditivo seguro sin límites de consumo diario. Es un polisacárido ampliamente utilizado en la industria alimentaria y farmacéutica, principalmente, debido a sus propiedades biocompatibles y biodegradables (Tyagi, 2015). Está demostrada su funcionalidad desde el punto de vista tecnológico en la formulación o reformulación de diversos productos alimenticios, independientemente del material vegetal empleado para su extracción.

Existen una gran diversidad de estudios que resaltan los múltiples beneficios y propiedades de las pectinas. Por ejemplo, pectina extraída de la cáscara de los cítricos inhibe el crecimiento tumoral, la angiogénesis y la metástasis (Glinsky y Raz 2009). Gibson (2004), reporta que la pectina de alta viscosidad puede interferir con la formación de micelas y/o disminuir la velocidad de difusión de ácido biliar y micelas que contienen colesterol a través del bolo, disminuyendo consecuentemente la absorción de colesterol y ácidos biliares durante la digestión.

En un estudio de Chandalia et al. (2000), observaron un efecto benéfico por ingesta de una dieta rica en fibra (25 g soluble y 25 g insoluble) , pacientes con diabetes tipo 2, fueron tratados por 6 semanas, encontrando una disminución hiperinsulinemia y lípidos en el plasma, se mantuvo nivel glucémico. Brouns et al. (2012), trabajaron con un grupo de personas (hombres y mujeres) ligeramente hipercolesterolémicos, los cuales fueron tratados con 15 g/día de pectina de manzana durante 4 semanas, los resultados mostraron una reducción de LDL en sangre, lo cual, sugieren que la pectina de alto grado de metoxilación es funcional para la reducción del colesterol. Otro estudio realizado en humanos, se examinó los efectos de la pectina de soya sobre la glucosa en plasma postprandial en varones adultos sanos, los sujetos consumieron dos tratamientos (solución de glucosa de control y solución de glucosa con pectina de soya añadida), los resultados muestran que la pectina de soya redujo la

glucosa plasmática postprandial y sugieren que la pectina de soya ayuda potencialmente a mejorar la glucosa en plasma (Jones, 2015). En una dieta suplementada con 15 g de pectina /día durante 16 semanas (sin otros cambios en la dieta o en el estilo de vida), redujeron significativamente el nivel de colesterol plasmático y el colesterol LDL en voluntarios evaluados con riesgo medio a alto de enfermedad coronaria debido a hipercolesterolemia (Keys et al. 2001).

Otro estudio realizado con ratas demuestra que la pectina tiene efecto sobre el nivel de glucosa en la sangre; este parámetro disminuyó significativamente en un 32% al tratar a las ratas por 4 semanas con pectina cítrica 3% p/p, realizando las tomas de sangre en ayunas (Chung Liu et al., 2016). Sousa et al. (2014), también trabajaron con ratas las cuales se trataron con pectina durante un periodo de 30 días, los resultados indican que la pectina tiene una acción hipoglucémica en animales con diabetes inducida por aloxano, la dosis de 200 mg/kg de peso corporal redujo la concentración de glucosa en la sangre y no mostró toxicidad renal y hepatotoxicidad para los animales. Terpstra et al. (2002), alimentaron hámsters con 3% de pectina de cáscara de limón, dos veces al día por 4 semanas, los resultados de este estudio sugieren que la pectina fue efectiva en la reducción del colesterol plasmático y hepático.

6. JUSTIFICACIÓN

En la industria aceitera durante el proceso de extracción del aceite, se desecha casi el 80% del grano de soya (cascarilla o salvado), este residuo es usado como alimento para ganado por su alto contenido en fibras y energía, pero actualmente estos residuos son un área potencial de investigación, debido a que son un material rico en polisacáridos, entre ellas la pectina, útiles para la fabricación de distintos productos en la industria alimenticia (Córdoba, 2005). El aprovechamiento de estos subproductos puede servir para otorgarle un valor agregado a dichos residuos y ser aprovechado para la re-formulación de productos alimenticios y así, mejorar sus características sensoriales, nutricionales y funcionales (Larrauri, 1999). Además, debido al elevado grado de aceptación por los consumidores y la adaptabilidad para experimentar procesos de reformulación, los productos cárnicos son una buena opción para actuar como vehículo de compuestos bioactivos.

7. HIPÓTESIS

La pectina de la cascarilla de soya mejora el aporte nutrimental, funcional y características fisicoquímicas en la salchicha.

8. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el aporte nutrimental, funcional y fisicoquímico de la pectina de cascarilla de soya en una salchicha tipo Frankfurt.

9. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Extraer y caracterizar la pectina de cascarilla de soya.
2. Evaluar el aporte nutrimental de la pectina en la salchicha.
3. Evaluar la funcionalidad de la pectina en la salchicha.
4. Evaluar las propiedades fisicoquímicas en la salchicha.

10. MATERIAL Y MÉTODOS

La presente investigación es un estudio comparativo y descriptivo. Este proyecto de investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio del Centro de Investigación en Nutrición y Salud Pública (CINSP), laboratorio de Química de los Alimentos de la Facultad de Salud Pública y Nutrición (FaSPyN), así como en las instalaciones del Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Agronomía (FA) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) y del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C (CIAD) unidad Culiacán, Sinaloa.

10.1 Materia prima

La cascarilla de soya fue donada por la industria aceitera (RAGASA) localizada en Guadalupe Nuevo León. Todos los reactivos químicos fueron adquiridos en Sigma Chemical Co. (St Louis, MO, USA).

10.2 Obtención de la pectina

La cascarilla de soya se dispersó en agua destilada (50g/L) y se trató enzimáticamente para la degradación de residuos de almidón y proteína, utilizando las enzimas α -amilasa (500 μ L, pH 6, 70°C, 30 min), amiloglucosidasa (500 μ L, pH 5, 60°C, 30 min) y proteasa (500 μ L, pH 7, 60°C, 30 min) con agitación constante a 120 rpm. Después del tratamiento enzimático, la cascarilla se filtró utilizando tela malla y se realizaron 2 lavados con agua destilada para posteriormente secarla toda la noche en horno con circulación de aire a 40°C. Posteriormente se procede con la extracción de la pectina a partir de la cascarilla seca y tratada enzimáticamente, bajo condiciones ácidas, usando HCl 0.05 N (1:6) a 90°C durante 1 h y con agitación a 240 rpm, después la mezcla se filtra a través de papel Whatman (125 mm) con ayuda de una

bomba de vacío, se recupera el extracto y ajustó el pH a 3.5, a continuación se dispersó en 3 volúmenes de etanol al 96% durante toda la noche para precipitar la pectina, que luego se recuperó por filtración utilizando tela malla y finalmente fue liofilizada (Kalapathy y Proctor 2001).

10.3 Caracterización de la pectina

10.3.1 Contenido de azúcares neutros

Se realizó por medio de Cromatografía de gases, para la preparación de la muestra se utilizaron tubos de vidrio de rosca con sello de teflón donde se pesaron 2 a 3 mg de pectina, las cuales fueron hidrolizadas con 500 µL de ácido trifluoroacético 2 N a 121°C durante 1 h. La reacción se detuvo en hielo, se agregaron 2 mL de metanol y se centrifugó (5 min a 3500 rpm), se colectó el sobrenadante y se evaporó con aire seco a 40°C (este paso se realizó 3 veces). Se agregaron 100 µL de NH₄OH 1N + 150 µL de NaBH₄, se agitó utilizando vortex y las muestras se mantuvieron a temperatura ambiente por una hora. Se agregó 1 mL de ácido acético glacial, se agitó manualmente y se evaporó con aire seco (este paso se realizó 3 veces), después se agregó 1 mL de metanol + ácido acético (9:1), se agitó manualmente y se evaporó con aire seco (este paso se realizó 3 veces). Se agregó 1 mL de metanol, se agitó manualmente y se evaporó con aire seco (este paso se realizó 3 veces). Se procedió a agregar 200 µL de anhídrido acético + 20 µL de imidizol, se agitó con vortex y se mantuvo a temperatura ambiente por 10 minutos, se agregaron 2 mL de agua destilada y se agitó con vortex, posteriormente se agregaron 3 mL de cloroformo, se taparon los tubos y se agitaron con vortex, se centrifugaron (5 min a 3500 rpm) para la separación de las fases, la fase superior fue completamente succionada con vacío y se agregaron 2 mL de agua destilada, se taparon los tubos y se agitaron con vortex para finalmente evaporar el cloroformo con aire seco. Al momento de la detección, los azúcares fueron re-suspendidos con 200 µL de acetona grado GC, se agitó con vortex y 2 µL de muestra fueron inyectados en el cromatógrafo de gases utilizando una columna

DB-23 marca Agilent, una velocidad de flujo de 1.5 mL/min, una temperatura del horno de 200°C y una temperatura del inyector y detector de 250°C. El estándar interno utilizado fue inositol.

10.3.2 Cuantificación de minerales

Se llevó a cabo mediante espectrometría de absorción atómica utilizando un equipo Agilent 280 FS siguiendo la metodología de la AOAC 968.08. 1 g de pectina fue calcinada a 500°C para posteriormente ser sometida a una digestión ácida utilizando 5 mL de HCl y dejándolo reposar por 5 minutos a temperatura ambiente. Las muestras fueron filtradas utilizando papel Whatman en un matraz volumétrico de 100 mL, aforando con agua destilada y agitando manualmente antes de la lectura. Para la determinación de calcio y magnesio, se vertió 1 mL de muestra en un tubo de ensayo, se le agregaron 8 mL de agua destilada y 1 mL de KCl al 10%, esto para evitar la competencia del potasio con calcio y magnesio. Los elementos K y Na se analizaron por emisión de flama a 589.6 y 769.9 nm, respectivamente. El contenido de Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn se determinó por absorción atómica a 422.7, 285.2, 213.9, 324.7, 248.3 y 279.5 nm, respectivamente.

10.4 Elaboración de la salchicha

Para la elaboración de las salchichas, la formulación se estableció en base a estudios preliminares (Hur et al., 2014; Huang et al., 2011). Se prepararon tres tratamientos; las formulaciones están descritas en la Tabla 3. El primer tratamiento (SC) fue una pasta cárnica control, la cual no contiene pectina, para el segundo tratamiento, se preparó una emulsión con adición directa del 1% de pectina de cascarilla de soya en la pasta cárnica (T1) y un tercer tratamiento consistió en una emulsión con adición del 1.5% de pectina en la pasta cárnica (T2).

Tabla 5. Composición porcentual de las pastas cárnicas para salchichas.

Ingrediente (%)	SC	T1	T2
Carne de cerdo	59.7	59.7	59.7
Grasa de cerdo	15	14	13.5
Hielo	22	22	22
Condimentos (ajo en polvo, pimienta negra molida)	3	3	3
Sal de curación	0.30	0.30	0.30
Pectina	0	1	1.5

SC: formulación control (sin pectina). T1: formulación con adición del 1% de pectina.
T2: formulación con adición del 1.5% de pectina.

La carne fue cortada en trozos pequeños de aproximadamente 2 cm y fue molida en un procesador de alimentos (Marca Robot Coupe, modelo R2, Robot Coupe USA Inc.) por 2 min, a continuación fue adicionada la grasa de cerdo y se incorporaron lentamente el resto de los ingredientes; el hielo se fue incorporando poco a poco durante la molienda para mantener una temperatura de 4°C aproximadamente, la pasta se mantuvo en el procesador por 3 min más, para lograr una homogenización completa. Posteriormente la pasta fue embutida en fundas de celulosa de 2 cm de diámetro e hicieron amarres con hilo para definir la longitud de las salchichas a 10 cm, después fueron puestas a cocción en un baño de agua (Thermo electron 2870) a 80°C durante 40 min. Finalmente, las salchichas fueron sumergidas en agua con hielo por 10 min para provocar choque térmico, los tres tratamientos fueron empacados en bolsas resellables y almacenados a 4°C durante 7 días.

10.5 Composición nutrimental

El análisis de la composición nutrimental de las salchichas se realizó de acuerdo a los métodos de la AOAC (Association of Official Analytical Chemists, 1990) (Tabla 4). Las evaluaciones se hicieron por triplicado, los resultados se expresaron en porcentaje.

Tabla 6. Métodos utilizados para evaluar la composición nutrimental de salchichas

Parámetro	Método AOAC 1990
Humedad	950.46
Grasa	985.15
Proteína	992.15
Fibra Dietaria Total	985.29
Minerales	968.08
Cenizas	923.03

Humedad (AOAC 950.46): el contenido de humedad se cuantifico mediante la diferencia entre el peso inicial y final de una muestra representativa sometida a una temperatura de 110°C en un horno marca Felisa modelo FE-292D.

Cenizas (AOAC 923.03): se utilizó el método de calcinación en una mufla de la marca Felisa modelo FE-363 a 500°C. El contenido de cenizas se calculó por pérdida de peso.

Grasa (AOAC 985.15): se realizó sometiendo una muestra exactamente pesada a la acción de disolvente, éter etílico (marca CTR) en el aparato para extracción de lípidos marca BUCHI modelo E-812, bajo reflujo constante. El solvente se separa del extracto por destilación. El extracto etéreo resultante se secó en la estufa a 90°C y así represento la grasa de la muestra.

Proteína (AOAC 992.15): se llevó a cabo mediante la determinación del nitrógeno orgánico utilizando el método de Kjeldahl. Se digirieron las proteínas de la salchicha en una mezcla con ácido sulfúrico en presencia de catalizadores utilizando un equipo micro Kjeldahl marca BUCHI modelo K-439. El nitrógeno orgánico total se convirtió mediante la digestión en sulfato de amonio. La mezcla digerida se neutralizó con una base y posteriormente fue destilada con un destilador automático marca BUCHI modelo Kjelflex K-360. El destilado se recoge en una solución de ácido bórico. Los aniones del borato así formado se

titulan con H₂SO₄ estandarizado para determinar el nitrógeno contenido en la muestra.

Minerales (968.08): Se llevó a cabo mediante espectrometría de absorción atómica utilizando un equipo Agilent 280 FS, 1 g de salchicha fue calcinada a 500°C para posteriormente ser sometida a una digestión ácida utilizando 5 mL de HCl y dejándolo reposar por 5 minutos a temperatura ambiente. Las muestras fueron filtradas utilizando papel Whatman en un matraz volumétrico de 100 mL, aforando con agua destilada y agitando manualmente antes de la lectura. Para la determinación de calcio y magnesio, se vertió 1 mL de muestra en un tubo de ensayo, se le agregaron 8 mL de agua destilada y 1 mL de KCl al 10%, esto para evitar la competencia del potasio con calcio y magnesio. Los elementos K y Na se analizaron por emisión de flama a 589.6 y 769.9 nm, respectivamente. El contenido de Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn se determinó por absorción atómica a 422.7, 285.2, 213.9, 324.7, 248.3 y 279.5 nm, respectivamente.

Fibra Dietaria (985.29): las salchichas secas, y libres de grasa fueron gelatinizadas con α-amilasa y luego digeridas enzimáticamente con proteasa y amiloglucosidasa para eliminar la proteína y el almidón presente en la muestra. Se añadió etanol para precipitar la fibra dietética soluble, posteriormente el residuo fue filtrado y lavado con etanol y acetona. Después del secado, se pesa el residuo. La mitad de las muestras fueron analizadas para las proteínas y la otra mitad fue incinerada. La fibra dietética total es el peso de los residuos, menos el peso de la proteína y cenizas.

Carbohidratos totales: se calculó por diferencia de porcentaje de humedad, proteína, grasa, cenizas y fibra, de acuerdo con la siguiente ecuación (Food and Agricultural Organization of the United Nations, 1993):

$$\text{Extracto Libre de Nitrógeno (\%)} = 100 - (A + B + C + D + E)$$

Dónde:

A= Contenido de humedad (%)

B= Contenido de proteína cruda (%)

C= Contenido de Grasa cruda (%)

D= Contenido de fibra dietaria (%)

E= Contenido de cenizas (%)

10.6 Propiedades fisicoquímicas de las salchichas

10.6.1 pH

Se realizó mediante la técnica propuesta por Ramos et al. (2004) donde 5 g de muestra fue homogeneizada con 5 mL de agua destilada, la medición de pH se realizó con un potenciómetro (Corning 440, USA), el electrodo fue introducido en la muestra y las lecturas se registraron una vez estabilizada la medición de pH en el potenciómetro. Las mediciones se realizaron por triplicado para cada tratamiento.

10.8.2 Acidez

Se determinó mediante acidez titulable, 5 g de salchicha fueron molidos con 100 mL de agua destilada, la muestra fue filtrada con colador, se colocó en un matraz de 250 mL y se aforó con agua destilada, se tomaron 25 mL de ésta solución y se colocaron en un matraz Erlenmeyer de 150 mL y se agregaron 75 mL de agua destilada, se tituló con NaOH 0.01 N, utilizando 5 gotas de fenolftaleína como indicador. La determinación se realizó por triplicado, la ecuación utilizada para determinar el % de acidez fue la siguiente:

$$\% \text{Acidez} = \frac{V(N)(\text{Meq})}{M} \times 100$$

Dónde:

V = volumen de NaOH empleado en la titulación.

N = normalidad del NaOH.

Meq = miliequivalentes del ácido láctico (ácido principal de la carne)

M = volumen total de la muestra.

10.8.3 Color

La medición del color se evaluó en la parte central externa de la salchicha; para ello se utilizó un colorímetro (Konica Minolta CR-10 Plus, Japón). Los parámetros evaluados fueron: valor L^* (luminosidad con rangos de 0 a 100 donde 0 = negro, 50 = gris y 100 = blanco); valor a^* (valores positivos indican coloraciones rojas y valores negativos coloraciones verdes); valor b^* (valores positivos coloraciones amarillas y valores negativos coloraciones azules). Las mediciones se realizaron por triplicado para cada tratamiento al día 0 y al día 7 de almacenamiento.

10.8.4 Firmeza

Se determinó con un texturómetro Chatillon (modelo TA1, Scarsdale, N.Y., USA). Los análisis se realizaron al día 0 y al día 7 del estudio. Se realizó por triplicado, aplicando el 40% de deformación de la media del diámetro de las muestras. La prueba se realizó utilizando un pistón circular de 5 cm de diámetro en el punto central de la salchicha con una velocidad de 50 mm/min. Los valores fueron reportados en Newtons (N).

10.8.5 Capacidad de Retención de Agua (CRA)

Se utilizó un método de compresión reportado por Dzudie et al. (2005), con algunas modificaciones. Se colocaron aproximadamente 0.3 g de salchicha entre dos papeles filtro (Whatman 125 mm), luego fueron colocados entre dos placas de 20 x 30 cm, y una fuerza de 4.0 kg se aplicó durante 20 min. Debido a la fuerza ejercida sobre la muestra, los líquidos liberados fueron impregnados en el papel, y fueron considerados como agua libre de la carne; el análisis se realizó por triplicado, y se usaron las siguientes ecuaciones 1 y 2:

$$(1) \% \text{ de agua libre} = [(I_w - F_w) / I_w] \times 100$$

$$(2) \text{CRA} = 100 - \% \text{ de agua libre}$$

Dónde:

I_w = peso inicial de la muestra (~0.3 g).

F_w = peso final

10.9 Polifenoles Totales y Capacidad Antioxidante

Se siguió un método propuesto por Liu et al., (2016) donde se pesaron 0.5 g de muestra seca en un tubo de ensayo y se agregaron 3 mL de agua destilada, fueron calentados a 80°C con agitación constante por 20 minutos posteriormente se centrifugaron a 4500 rpm por 5 min y se recuperó el sobrenadante, los extractos se mantuvieron en refrigeración protegidos de la luz hasta el momento de su uso.

10.9.1 Determinación del contenido de polifenoles totales

Fue realizada siguiendo el método establecido por Thaipong et al. (2006), 200 µL del extracto fueron tomados, 2600 µL de agua destilada y 200 µL del reactivo Folin-Ciocalteu fueron añadidos, después de 5 minutos, se agregaron 2000 µL de Na_2CO_3 (al 7%), las muestras se dejaron reposar 90 minutos en la obscuridad y la lectura de la absorbancia de las muestras fue medida a 750 nm. La concentración fue obtenida usando la ecuación de la regresión lineal de la curva de calibración establecida con ácido gálico en concentraciones de 0 a 200 µL, los resultados fueron expresados como miligramos equivalentes de ácido gálico por kilogramo de muestra (mg EAG/kg). La determinación se realizó por triplicado.

La capacidad antioxidante fue realizada usando los métodos establecidos por Dae-Ok et al., (2003):

10.9.2 Inhibición del radical DPPH (2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo)

Se pesaron 0.0024 g del reactivo DPPH y se agregaron a un matraz de aforación de 100 mL (DPPH 60 µM). Esto se aforó con metanol al 80%, el

reactivo se pasó a un matraz Erlenmeyer de 250 mL y se diluyó con metanol al 80% hasta que la lectura a 517 nm fuera cercana a 1; se mezclaron 1500 µL del reactivo con 50 µL de cada extracto para llevar a cabo la reacción, se dejó por 30 min en la obscuridad y se midió la absorbancia de las muestras a 517 nm usando metanol al 80% como blanco y como control inicial de la primera lectura de absorbancia. La concentración fue obtenida usando la ecuación de la regresión lineal de la curva de calibración establecida con trolox en concentraciones de 0 a 500 µmoles, los resultados fueron expresados micromoles equivalentes de trolox por kilogramo de muestra (µmol TE/kg), todo se realizó por triplicado.

10.9.3 Capacidad de Inhibición del radical ABTS (ácido 2, 2 - azinobis (3 etilbenzotiazolin)-6-sulfónico)

El catión del radical se obtuvo adicionado 1000 µL de persulfato de potasio 2.6 mM en 2 mL del reactivo ABTS 7.4 mM, la mezcla se preparó 12 h antes de ser utilizada, se mantuvo protegida de la luz y a temperatura ambiente, el reactivo se fue diluyó con metanol al 80% hasta que la lectura a 734 nm fuera cercana a 1; 1500 µL del reactivo fueron mezclados con 50 µL de extracto para llevar a cabo la reacción, se dejó por 30 minutos en la obscuridad y se midió la absorbancia de las muestras a 734 nm usando metanol al 80% como blanco y como control inicial de la primera lectura de absorbancia. La concentración fue obtenida usando la ecuación de la regresión lineal de la curva de calibración establecida con trolox en concentraciones de 0 a 500 µmoles, los resultados fueron expresados como µmoles de trolox / kg de muestra, la determinación se realizó por triplicado.

10.9.4 Poder antioxidante reductor de hierro (FRAP)

El método se basa en la capacidad de la muestra para reducir los iones Fe^{3+} a Fe^{2+} . Se preparó el reactivo FRAP: 300 mM de buffer de acetato de sodio, 10 mM de TPTZ (2, 4, 6-tri (2-piridil)-s-triazina), 20 mM de cloruro de hierro hexahidratado, los reactivos preparados por separado, se colocaron en agua a

37°C por 40 minutos para después mezclarlos, se añadió primero el acetato de sodio, después TPTZ, se agitó ligeramente y finalmente fue agregado el cloruro de hierro hexahidratado. Las muestras se prepararon añadiendo 1500 µL de reactivo FRAP a 50 µL de extracto, se dejaron en reposo por 30 minutos a 37°C utilizando un baño seco (Thermoblock) protegiéndolos de la luz para posteriormente leer la absorbancia a 593 nm. La concentración fue obtenida usando la ecuación de la regresión lineal de la curva de calibración establecida con trolox en concentraciones de 0 a 500 µmoles, los resultados fueron expresados como µmoles de trolox por kilogramos de muestra. La determinación se realizó por triplicado.

11. ANÁLISIS ESTADISTICO

El análisis de datos se realizó mediante análisis de varianza de una vía (ANOVA) para cada uno de las variables del estudio, la diferencia de medias se analizó con la prueba Tukey. Ambas pruebas tuvieron un nivel de significancia de 95% ($p < 0.05$). Estos análisis estadísticos fueron realizados con el paquete estadístico Minitab 18 para Windows 10.

12.RESULTADOS

12.1 Rendimiento de la pectina

Con la extracción ácida de la pectina de la cascarilla de soya, se obtuvo un rendimiento del 8%.

12.2 Azúcares Neutros

Manosa con 19.9%, galactosa con 7.8% y arabinosa con 5.9% fueron los principales azúcares neutros presentes en la pectina de cascarilla de soya; xilosa, ramnosa, glucosa y fucosa se encontraron en menor cantidad (tabla 7).

Tabla 7. Composición de azúcares neutros (%) de pectina de cascarilla de soya.

Azúcar Neutro	Contenido
Ramnosa	1.3±0.5
Fucosa	0.4±0.1
Arabinosa	5.9±0.8
Xilosa	1.7±0.3
Manosa	19.9±1.8
Galactosa	7.8±1.6
Glucosa	1.2±0.2

Valores expresados como media ± desviación estándar (n=3).

12.3 Minerales

El mineral con mayor presencia en la pectina de cascarilla de soya fue el calcio con 8685.01 ppm, seguido del potasio con 3695.36 ppm, en menor cantidad se encontró el zinc con 66.87 ppm (Tabla 8).

Tabla 8. Composición de minerales (ppm) de la pectina de cascarilla de soya.

Mineral	Contenido
Fe	1368.67±23.20
Zn	66.87±1.57
Na	3233.43±18.96
K	3695.36±23.7
Ca	8685.01±38.0
Mg	895.93±19.48

Valores expresados como media ± desviación estándar (n=3).

12.4 Composición nutrimental de la salchicha

En la tabla 9 se presentan los resultados obtenidos del análisis nutrimental realizado a los tres tratamientos de salchicha.

Tabla 9. Análisis nutrimental (%) de salchichas de cerdo de cada tratamiento.

	SC	T1	T2
Grasa	12.85±0.299 ^a	11.74±0.415 ^b	11.28±0.449 ^b
Proteína	15.81±0.30 ^a	15.56±0.29 ^a	15.61±0.70 ^a
Humedad	64.69±0.34 ^b	65.79±0.63 ^{ab}	66.66±1.03 ^a
Fibra dietaria total	2.6±0.02 ^b	3.48±0.32 ^a	3.61±0.34 ^a
Soluble	0.28±0.05 ^b	0.85±0.06 ^a	1.25±0.08 ^a
Insoluble	2.22±0.21 ^a	2.64±0.39 ^a	2.35±0.25 ^a
Ceniza	1.82±0.04 ^b	1.92±0.07 ^b	2.17±0.09 ^a
Carbohidratos totales	2.61 ^a	2.35 ^a	1.93 ^b

Composición de las salchichas en base húmeda

SC: Salchicha Control. T1: Salchicha + 1% de pectina. T2: Salchicha + 1.5% de pectina. Valores expresados como media ± desviación estándar (n=3).^{abc} Valores con diferente superíndice entre columnas, difieren estadísticamente (p < 0.05).

12.4.1 Grasa

La incorporación de pectina de 1% y 1.5%, impactó de forma significativa en el contenido de grasa en las salchichas al final de su proceso, los valores encontrados para T2 fue de 11.28% y 11.74% para el tratamiento SC (Tabla 9), es importante resaltar esta disminución ya que la pectina de cascarilla de soya afecta positivamente el contenido de grasa en este tipo de producto.

12.4.2 Proteína

El contenido de proteína fue de 15.61% para T2, 15.56% para T1 y 15.81% para SC (Tabla 9), encontrando menor contenido de proteína en el tratamiento adicionado con 1.5% de pectina de cascarilla de soya, sin embargo, la diferencia encontrada no fue significativa entre los tres tratamientos.

12.4.3 Humedad

Los valores de humedad obtenidos estuvieron en un rango entre 64.69% obtenido de la SC y 66.66% obtenido del T2 (Tabla 9). Se observó un aumento significativo en el contenido de humedad comparando el tratamiento SC y los tratamientos con pectina T1 y T2, observándose un efecto positivo. Los tratamientos adicionados con pectina favorecen en la retención de agua como se mostrará más adelante por lo que la humedad del producto se ve favorecida.

12.4.4 Fibra dietaria total

En la tabla 9, se observa el contenido de fibra dietaria total, fibra soluble e insoluble en los distintos tratamientos. Para la fibra insoluble no se observó una diferencia significativa entre los tres tratamientos; en la fibra soluble (grupo en el cual se encuentra la pectina) se observó un aumento significativo por el efecto de la adición de pectina de soya, donde la SC obtuvo un 0.28% de contenido de fibra soluble comparando con el T1 y T2 que obtuvieron 0.85% y 1.25% respectivamente; en la fibra dietaria total también podemos observar una diferencia significativa comparando la SC que obtuvo 2.6% de fibra con T1 y T2

las cuales obtuvieron 3.48% y 3.61% respectivamente, observando un aumento significativo en el contenido total de fibra en los tratamientos adicionados con pectina (T1 y T2).

12.5 Minerales

En la tabla 10 se observan los minerales predominantes en la salchicha, se observa un aumento significativo en el contenido de calcio, conforme aumenta el porcentaje de pectina añadido en los tratamientos, siendo T2 el que muestra mayor contenido de calcio con un 11% más que el control. También se encontró una disminución significativa del 21% en el contenido de sodio en T2, mientras que entre T1 y SC no existió diferencia significativa.

Tabla 10. Contenido de minerales (mg/100g) en salchichas

	SC	T1	T2
Na	1282.07 ± 7.3 ^a	1166.86 ± 6.4 ^a	1005.14 ± 3.9 ^b
Fe	9.51 ± 0.66 ^a	10.73 ± 0.10 ^a	10.01 ± 0.15 ^a
K	391.44 ± 8.3 ^{ab}	400.37 ± 6.7 ^a	365.33 ± 1.4 ^b
Ca	173.77 ± 1.41 ^c	184.31 ± 0.06 ^b	194.19 ± 0.25 ^a

SC: Salchicha Control. T1: Salchicha + 1% de pectina. T2: Salchicha + 1.5% de pectina. Valores expresados como media ± desviación estándar (n=3). ^{abc} Valores con diferente superíndice en columnas, difieren estadísticamente (p < 0.05).

12.6 Propiedades físico-químicas

12.6.1 pH y acidez

Las propiedades fisicoquímicas de pH y acidez de las salchichas se muestran en la tabla 11. El pH disminuyó significativamente conforme se incrementa la cantidad de pectina en el producto embutido. T2 muestra el pH más bajo con un valor de 6.24, mientras que el tratamiento SC reportó un valor de 6.65. Con respecto a la variable de acidez, se puede observar un aumento entre los tratamientos siendo la SC la que muestra una acidez más baja con un

0.092 y T2 una acidez mayor con 0.108, sin embargo esta diferencia no es significativa.

Tabla 11. Propiedades físico-químicas de las salchichas.

	pH	Acidez
SC	6.65±0.01 ^a	0.092±0.01 ^a
T1	6.37±0.04 ^b	0.105±0.01 ^a
T2	6.24±0.02 ^c	0.108±0.02 ^a

SC: Salchicha Control. T1: Salchicha + 1% de pectina. T2: Salchicha + 1.5% de pectina. Valores expresados como media ± desviación estándar (n=3). ^{abc} Valores con diferente superíndice en columnas, difieren estadísticamente (p < 0.05).

12.6.2 Color

La medición del color la observamos en la tabla 12, en la presente investigación, el añadir pectina en la formulación de salchichas impactó de manera significativa en los tonos rojos (a*) y amarillos (b*), disminuyéndolos conforme aumentaba el porcentaje de pectina; mientras que la luminosidad (L*) se mantuvo sin cambios significativos.

Tabla 12. Efecto de la incorporación de pectina en el color (L, a, b) en salchichas.

		SC	T1	T2
D0	L	58.9±0.52 ^a	58.00±0.50 ^a	57.70±0.88 ^a
	a	15.86±0.20 ^a	15.13±0.25 ^b	14.23±0.37 ^c
	b	33.03±0.37 ^a	31.53±0.56 ^b	29.20±0.43 ^c
D7	L	59.1±0.32 ^a	58.43±0.37 ^a	58.23±0.46 ^a
	a	15.8±0.10 ^a	14.6±0.43 ^b	13.46±0.49 ^c
	b	31.7±0.47 ^a	29.36±1.36 ^{ab}	27.90±1.17 ^b

SC: Salchicha Control. T1: Salchicha + 1% de pectina. T2: Salchicha + 1.5% de pectina. Valores expresados como media ± desviación estándar (n=3). ^{abc} Valores con diferente superíndice difieren estadísticamente (p < 0.05).

12.6.3 Capacidad de Retención de Agua (CRA)

En la tabla 13 se muestra el porcentaje de retención de agua de cada tratamiento, se observa un aumento en este parámetro conforme aumenta la cantidad de pectina añadida sin embargo este aumento no es significativo entre los tratamientos en el día 0 del análisis; es hasta el día 7 de análisis donde se muestra la funcionalidad de la pectina pues se observa que los tratamientos con pectina no pierden agua durante su almacenamiento, además el tratamiento T2 muestra significativamente mejor capacidad para retener el agua siendo 15% más alta comparando con la SC y 13% más alta comparando con el T1.

Tabla 13. Capacidad de Retención de Agua (%) de las salchichas.

Tratamiento	D0	D7
SC	64.21 ± 1.43 ^{aA}	59.31 ± 0.08 ^{bB}
T1	65.28 ± 2.97 ^{aA}	60.45 ± 1.70 ^{bA}
T2	70.81 ± 1.67 ^{aA}	68.31 ± 1.76 ^{aA}

SC: Salchicha Control. T1: Salchicha + 1% de pectina. T2: Salchicha + 1.5% de pectina. Valores expresados como media ± desviación estándar (n=3). ^{abc} Valores con diferente superíndice en la misma columna difieren estadísticamente entre los tratamientos.

^{ABC} Valores con diferente superíndice en la misma fila difieren estadísticamente entre los días.

12.6.4 Firmeza

En la tabla 14, se muestra la firmeza del producto cárnico. En el día 0 de análisis no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, después de 7 días en refrigeración, las salchichas del T2 mostraron significativamente menor firmeza, por lo que este comportamiento es favorable, la adición de pectina de cascarilla de soya permite mantener suave al embutido. En cuanto a la comparación de los días de análisis, la SC y el T1 mostraron un aumento significativo en la firmeza, aumentando un 29% y un 46% respectivamente; mientras que el T2 no mostro cambios significativos en este parámetro con el paso del tiempo.

Tabla 14. Análisis de la firmeza (N) de las salchichas.

Tratamiento	D0	D7
SC	37.73 ± 2.35 ^{aB}	48.66 ± 2.69 ^{aA}
T1	29.73 ± 1.70 ^{aB}	43.43 ± 0.14 ^{aA}
T2	29.34 ± 2.16 ^{aA}	35.17 ± 1.14 ^{bA}

SC: Salchicha Control. T1: Salchicha + 1% de pectina. T2: Salchicha + 1.5% de pectina. Valores expresados como media ± desviación estándar (n=3). ^{abc} Valores con diferente superíndice en la misma columna difieren estadísticamente. ^{ABC} Valores con diferente superíndice en la misma fila difieren estadísticamente.

12.7 Polifenoles Totales (FT)

En la tabla 15 se muestra el contenido de polifenoles totales en los diferentes tratamientos, mostrando un aumento significativo al añadir pectina en la formulación de la pasta cárnica. Los tratamientos T1 y T2 mostraron significativamente mayor contenido de polifenoles totales, un aumento del 8.55% y 13.48% respectivamente comparando con el control. En cuanto a la comparación entre los días de almacenamiento, no se observaron diferencias significativas entre los FT y el tiempo de almacenamiento.

Tabla 15. Contenido de Polifenoles Totales (mg de ácido gálico/kg)

Tratamiento	D0	D7
SC	136.923±5.87 ^{bA}	138.462±3.79 ^{bA}
T1	148.632±0.14 ^{aA}	151.496±2.66 ^{aA}
T2	155.385±0.92 ^{aA}	160.513±0.25 ^{aA}

SC: Salchicha Control. T1: Salchicha + 1% de pectina. T2: Salchicha + 1.5% de pectina. Valores expresados como media ± desviación estándar (n=3). ^{abc} Valores con diferente superíndice en la misma columna difieren estadísticamente entre los tratamientos.

^{ABC} Valores con diferente superíndice en la misma fila difieren estadísticamente entre los días.

12.8 Capacidad Antioxidante

12.8.1 DPPH

En la tabla 16, se muestra el poder antioxidante DPPH entre los diferentes tratamientos, mostrando un aumento significativo al añadir pectina en la formulación de la pasta cárnica. Los tratamientos T1 y T2 mostraron significativamente mayor capacidad antioxidante, un aumento del 66% y del 160% respectivamente comparando con el control, siendo el T2 el tratamiento que mostro mayor capacidad antioxidante. En cuanto a la comparación entre los días de almacenamiento, no se observaron diferencias significativas de la capacidad antioxidante, con respecto al tiempo de almacenamiento, no habiendo cambios de D0 y D7.

Tabla 16. Poder antioxidante DPPH ($\mu\text{mol trolox/kg}$) de las salchichas.

Tratamiento	D0	D7
SC	73.11 \pm 2.55 ^{cA}	64.22 \pm 2.54 ^{cB}
T1	122.00 \pm 9.28 ^{bA}	115.88 \pm 0.96 ^{bA}
T2	195.33 \pm 7.26 ^{aA}	192.55 \pm 6.73 ^{aA}

SC: Salchicha Control. T1: Salchicha + 1% de pectina. T2: Salchicha + 1.5% de pectina. Valores expresados como media \pm desviación estándar (n=3). ^{abc} Valores con diferente superíndice en la misma columna difieren estadísticamente entre los tratamientos.

^{ABC} Valores con diferente superíndice en la misma fila difieren estadísticamente entre los días.

12.8.2 ABTS

En la tabla 17, se muestra el poder antioxidante ABTS, se observa un aumento significativo al añadir pectina en la formulación de la pasta cárnica. El T2 mostró un aumento del 26% en la capacidad antioxidante comparando con

la SC, mientras que el T1 mostró un aumento del 13% con respecto a la SC. En cuanto a la comparación entre los días de almacenamiento, se observó un aumento en todos los tratamientos al día 7, sin embargo este aumento no es significativo para ningún tratamiento.

Tabla 17. Poder antioxidante ABTS ($\mu\text{mol trolox/kg}$) de las salchichas.

Tratamiento	D0	D7
SC	784.22 \pm 5.09 ^{cA}	785.33 \pm 6.66 ^{cA}
T1	893.11 \pm 10.18 ^{bA}	902.00 \pm 8.81 ^{bA}
T2	988.66 \pm 13.33 ^{aA}	1009.77 \pm 6.93 ^{aA}

SC: Salchicha Control. T1: Salchicha + 1% de pectina. T2: Salchicha + 1.5% de pectina. Valores expresados como media \pm desviación estándar (n=3). ^{abc} Valores con diferente superíndice en la misma columna difieren estadísticamente entre los tratamientos. ^{ABC} Valores con diferente superíndice en la misma fila difieren estadísticamente entre los días.

12.9.3 FRAP

En la tabla 16, se muestra el poder antioxidante reductor de hierro, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos al día 0, sin embargo, se observó un cambio al día 7 en el cual la capacidad antioxidante aumenta significativamente entre los tratamientos, el T2 aumenta un 51% y el T1 aumenta un 25% respecto al control. Comparando entre los días de almacenamiento, solo se encontró diferencia significativa en la SC, en la cual el poder antioxidante disminuye un 20%.

Tabla 18. Poder antioxidante reductor de hierro ($\mu\text{mol trolox/kg}$) de las salchichas

Tratamiento	D0	D7
SC	313.26 \pm 5.29 ^{aA}	259.04 \pm 18.28 ^{cB}
T1	319.48 \pm 19.65 ^{aA}	322.15 \pm 13.10 ^{bA}
T2	377.93 \pm 27.51 ^{aA}	392.04 \pm 26.34 ^{aA}

SC: Salchicha Control. T1: Salchicha + 1% de pectina. T2: Salchicha + 1.5% de pectina. Valores expresados como media \pm desviación estándar (n=3). ^{abc} Valores con diferente superíndice en la misma columna difieren estadísticamente entre los tratamientos. ^{ABC} Valores con diferente superíndice en la misma fila difieren estadísticamente entre los días.

13. DISCUSIÓN

13.1 Rendimiento de la pectina

La pectina de cascarilla de soya mostró un rendimiento bajo en comparación a las fuentes de pectina comerciales, las cuales pueden tener hasta un 30% de rendimiento (Yapo et al., 2007a), como la cáscara de manzana (Rascón Chu et al., 2009), la cáscara de cítricos como el limón (Venzon et al., 2015) y la pulpa del betabel (Yapo et al., 2007b) consideradas las principales fuentes de pectina. Sin embargo, el rendimiento de pectina encontrado en el presente estudio es similar al reportado en otros tejidos, que son materiales de deshecho o material sub-aprovechado y de bajo costo, como es el caso de la cascarilla de garbanzo con un rendimiento del 8% (Urias-Orona et al., 2010), el cacao (9%) (Mollea et al., 2008) y el girasol (7%) (Iglesias y Lozano, 2004).

13.2 Azúcares Neutros de la pectina

El perfil de azúcares encontrado podría estar relacionado con la presencia de diversas especies de galactomananos en las regiones ramificadas que se insertan a lo largo de la cadena de homogalacturonanos, sin embargo no se ha encontrado referencias sobre estudios en los cuales analicen los azúcares de la pectina de la cascarilla de soya. De manera general, las pectinas pueden contener mayormente manosa, galactosa, arabinosa o glucosa (Sharma et al., 2006). La pectina extraída de la cáscara de la uva contiene mayormente galactosa (Wenjun et al., 2016) coincidiendo con el azúcar principal de la pectina extraída de la cascarilla del garbanzo (Urias-Orona et al., 2010), la arabinosa es el principal azúcar de la cascarilla extraída de la cascara del tomate (Grassino et al., 2016).

13.3 Minerales en la pectina

No se ha encontrado referencias sobre estudios en los cuales analicen los minerales de la pectina de la cascarilla de soya, sin embargo, los resultados

encontrados en este estudio coinciden con los de Yuliarti et al., (2017) donde analizaron los minerales de la pectina de la hierba de jalea (*Cyclea barbata* Myers) encontrando como principal mineral el calcio. Esto se debe a que la pectina tiene la capacidad de asociar cationes divalentes como el calcio debido a un alto contenido de cargas negativas (Sharma et al., 2006). Además que este mineral sea el principal se debe a que la lámina media de la cascarilla de soya está compuesta de pectosa combinada con calcio y magnesio (pectatos de calcio y magnesio) (Curtis et al., 1976).

13.4 Análisis nutrimental de la salchicha

13.4.1 Grasa

La incorporación de pectina de cascarilla de soya en la salchicha a concentraciones de 1% y 1.5%, redujeron de forma significativa el contenido de grasa de las salchichas. El T2 mostró 24% menos grasa que una salchicha adicionada con 1.5% de pectina comercial elaborada por Santiaguin (2016); esta reducción en la grasa es similar a la reportada por Méndez et al., (2015) donde se adicionó el 1.5% de pectina comercial a un embutido consiguiendo reducir significativamente el contenido de grasa con respecto a su tratamiento control. Esto es una evidencia de que se puede sustituir cierta cantidad de la grasa utilizada en la formulación de la pasta cárnica con la pectina de cascarilla de soya observando una disminución de grasa significativa. La Norma Mexicana NMX-F-065-1984 establece que el contenido de grasa presente en una salchicha tipo Frankfurt no debe ser mayor al 30% en su formulación. Todos los tratamientos realizados se encuentran dentro del rango de dicha norma.

13.4.2 Proteína

Los valores de proteína encontrados en los tratamientos son similares a los reportados por Ordóñez et al., (2001), donde a una salchicha se le adicionó 0.5% carregenina y 0.4% pectina de manzana y no mostro diferencia significativa en la proteína comparada con su control; en otro estudio,

salchichas adicionadas con 1.5% de pectina y 1.5% de inulina tampoco se observó una diferencia significativa comparada con su control (Méndez et al., 2015). Los niveles de proteína encontrados en los tratamientos evaluados se encuentran dentro del lineamiento de la Norma Mexicana NMX-F-065-1984; la cual establece un contenido mínimo de proteína de 9.5% en salchichas tipo Frankfurt.

13.4.3 Humedad

El aumento significativo en la humedad indica que el contenido de agua quedó atrapado en la matriz de la emulsión cárnica y no se perdió durante la cocción, esto debido a que la pectina tiene la capacidad de unir moléculas de agua y retener grasa (López et al., 2009). Estos resultados concuerdan con los reportados por Méndez et al., (2015) donde se encontraron diferencias significativas en humedad por la incorporación del 2.5% de pectina en la elaboración de salchichas de cerdo; Vural et al., (2004) donde incorporaron el 1% de fibra de betabel en salchichas y Choi et al., (2008) donde añadieron el 2% de fibra de salvado de arroz en salchichas; estos autores informaron que la fibra aumenta la capacidad de retener el agua y, por lo tanto, el contenido de humedad en las salchichas. El efecto positivo de la adición de pectina en la humedad también se puede observar en otros productos, Anusooya et al., (2011) encontraron aumentos significativos en la humedad de pan adicionado con el 3% de pectina de manzana. Los niveles de humedad encontrados en todos los tratamientos evaluados se encuentran dentro del lineamiento de la Norma Mexicana NMX-F-065-1984, la cual establece un contenido máximo del 70% de humedad en salchichas tipo Frankfurt.

13.4.4 Fibra Dietaria Total

Actualmente en las etiquetas nutrimentales de las salchichas comerciales no se reporta el contenido de fibra ya que evidentemente las materias primas utilizadas para su elaboración carecen de este componente; por lo que los resultados encontrados en esta investigación son de gran ayuda para incorporar

diversos tipos de fibras en productos cárnicos ya que estos productos son altamente demandados por la población la cual actualmente no consume la cantidad de fibra recomendada (25 g por día) (Secretaría de Salud, 2016). Al incorporar la fibra en los productos cárnicos se mejora su aportación nutricional debido a los grandes beneficios que conlleva el ingerir fibra. Existen estudios donde se incorporan fibras extraídas de diversos frutos como los cítricos y de cereales como el trigo y avena, en diferentes tipos de productos cárnicos (salchichas y jamones); Fernández-Guínés et al., (2003) incorporaron 0.5, 1, 1.5, y 2% de fibra de cítricos en salchichas tipo boloñesa logrando aumentar un 21% el contenido de fibra en las salchichas. En otro estudio, Huang et al., (2011), lograron obtener un 5.91% en salchichas estilo chino al agregar 3.5 y 7% de fibra de trigo, avena e inulina a las formulaciones cárnicas.

13.5 Minerales

Los resultados obtenidos en este estudio mostraron un incremento significativo en el contenido de calcio, esto por efecto de la adición de la pectina de cascarilla de soya, ya que este mineral está presente en la lámina media de este compuesto (Curtis et al., 1976) y al adicionarlo en los tratamientos, aumentó la cantidad presente en el alimento. La disminución significativa en el sodio mostrada por T2 se debe a la hidrosolubilidad de este mineral ya que es desechado en el agua que se pierde por el cocimiento del alimento (Kimura e Itokawa 1990); al interactuar la pectina con el agua y formar los geles en la matriz del alimento, este se satura y el sodio excedente se pierde al no poder unirse al alimento. No se ha encontrado referencias sobre estudios en los cuales analicen los minerales en una producto embutido adicionado con pectinas, pero comparando la salchicha producida en este estudio con un producto comercial (Revista del Consumidor, 2010), se pudo observar un aumento en el contenido de calcio y una disminución en el contenido de sodio por lo que el producto cárnico manufacturado en ésta investigación tendría un mejor aporte nutrimental que los productos comerciales existentes.

13.6 Propiedades físico-químicas

13.6.1 pH y acidez

Los resultados obtenidos en cuanto al pH del producto cárnico, concuerdan con los reportados por Méndez et al. (2015), quienes obtuvieron valores de pH significativamente menores en sus salchichas de res y cerdo adicionadas con 1.5% de pectina y 1.5% de inulina comparando con su control. En cuanto al aumento en la acidez en los tratamientos, aunque no fue significativo, se debe al cambio de pH de las muestras. Es importante resaltar, que los niveles de pH encontrados en todos los tratamientos evaluados se encuentran dentro del lineamiento de la Norma Mexicana NMX-F-065-1984, la cual establece un pH cercano a la basicidad para salchichas tipo Frankfurt.

13.6.2 Color

Es importante medir el color de las salchichas debido a que es uno de los principales parámetros de calidad y aceptación de productos cárnicos. La pectina se caracteriza por ser un polisacárido translucido, insípido e inodoro lo que le permite tener un amplio rango de aplicación dentro de la industria alimentaria. En esta investigación se observó una diferencia significativa en los valores de a^* y b^* debido a las diferencias en la formulación del producto cárnico, así como a los ingredientes utilizados, mientras que los valores de L^* no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, lo que quiere decir que la adición de la pectina no afecta la luminosidad del producto. Cambios significativos en los parámetros de color, similares a los encontrados en el presente estudio fueron reportados por Kim et al. (2015), en salchichas adicionadas con 3% de pectina, ya que obtuvieron valores de a^* y b^* más bajos en el tratamiento que contenía pectina, sin embargo, también se vio afectado el valor de L^* lo que difiere a nuestro estudio. Por otro lado, Méndez et al. (2015), no encontraron cambios significativos en los parámetros de color al adicionar 1.5% de pectina y 1.5% de inulina en salchichas. Cáceres et al. (2004),

caracterizó a los fructooligosacáridos como traslúcidos por lo que los valores de L^* no se ven afectados por la adición de pectina.

13.6.3 Capacidad de Retención de Agua (CRA)

El comportamiento de la capacidad de retención de agua de las salchichas adicionadas con pectina de soya es similar al encontrado en el estudio de Méndez et al. (2015), quienes reportaron un aumento del 15% en la CRA entre la salchicha control y la salchicha con 1.5% de pectina y 1.5% de inulina. Cengiz y Gokoglu (2007), encontraron un aumento del 40% en la CRA en su estudio, en el cual añadieron 5% de fibra de cítricos a salchichas de cerdo. Por otro lado, según López-López et al. (2009), la CRA de algunas fibras está relacionada con el tipo y cantidad de los polisacáridos que la conforman; estructuras grandes y abiertas mejoran las propiedades de hidratación y capacidad de retención de agua y grasa. Esto explica el hecho de que la adición de pectina aumentó la CRA, debido a su capacidad para unir moléculas de agua y retener grasa.

13.6.4 Firmeza

Mejorar la firmeza, que es uno de los principales parámetros que afecta la calidad sensorial del producto, es uno de los propósitos de la adición de fibra dietética en productos cárnicos emulsionados (García y Totosa, 2008). Resultados similares a los nuestros fueron encontrados en salchichas Frankfurt bajas en grasa adicionadas con pectina de bajo metoxilo (Candogan y Kolsarici, 2003) en las cuales, la firmeza mejoró con la adición de pectina en las formulaciones. En el estudio realizado por Cierach et al. (2009), elaboraron salchichas adicionadas con diferentes cantidades de carragenina (0.41%, 0.50%, 0.57% y 0.70%) y sin importar la cantidad de carragenina adicionada, la firmeza de las salchichas mejoró significativamente al compararlas con el control. La influencia del nivel de grasa en la textura de la salchicha ha sido reportada por Candogan y Kolsarici (2003) y Hensley y Hand (1995), quienes

notaron que la firmeza estaba correlacionada con el contenido de grasa y se ve afectada por la adición de distintos polisacáridos.

13.7 Polifenoles Totales (FT)

Se ha demostrado que el contenido de fenoles en la mayoría de los frutos es mayor en los subproductos que en la parte comestible (Li et al. 2006), esto se debe a que las plantas producen metabolitos como los compuestos fenólicos que juegan un papel importante en la defensa contra condiciones adversas como daño por rayos ultravioleta, sequías, ataque de patógenos, etc., siendo las cáscaras y sus componentes las que están más en contacto a dichas condiciones (Kosseva y Webb, 2013). El contenido de FT encontrados en esta investigación es menor a las reportadas en otros productos cárnicos adicionados con ingredientes de origen vegetal; Valenzuela-Melendres et al. (2014), reportaron un aumento del 26% en el contenido de FT en salchichas adicionadas con 10% de aguacate y 10% de pasta de tomate. Por otro lado, Isaza et al. (2012), cuantificaron 50.17 mg EAG/100 g en salchichas tipo Frankfurt adicionada con 0.5% de extracto de cereza, sin embargo el producto cárnico adicionado con pectina de cascarilla de soya producido en este estudio logró aumentar significativamente su contenido de FT comparando con el control. Este aumento es atribuido principalmente a los compuestos fenólicos predominantes de los ingredientes incorporados en las formulaciones cárnicas.

13.8 Capacidad Antioxidante

En este trabajo, se utilizaron dos ensayos antioxidantes comunes *in vitro* para determinar la actividad antioxidante basados en la transferencia de electrones (ABTS y DPPH) los cuales fueron desarrollados para medir la capacidad de atrapar radicales libres, en lugar de la capacidad preventiva antioxidante de una muestra (Huang et al. 2005). El ensayo FRAP expresa la capacidad de la sustancia para reducir el ion férrico (Fe^{3+}) en ion ferroso (Fe^{2+}), la reducción del ion de metal de transición es una propiedad importante de los antioxidantes, ya que estos metales catalizan la autooxidación de los lípidos y la

degradación de los hidroperóxidos de los lípidos (Gordon, 2001). No se han encontrado reportes de capacidad antioxidante en salchichas comerciales, sin embargo hay diversos estudios que muestran un aumento en la capacidad antioxidante en distintos productos cárnicos cuando se les añade ingredientes de origen vegetal; Park et al., (2013) añadieron extracto de *Achyranthes japónica* en salchichas de puerco encontrando un aumento del 34% en la capacidad antioxidante comparando con su salchicha control en el análisis de radicales libres. Viuda-Martos et al. (2009), añadieron cascara de naranja, aceite esencial de tomillo y orégano a la formulación de salchichas a base de cerdo, encontrando un aumento del 46% en la capacidad antioxidante. Los resultados del presente estudio muestran un aumento mayor en la capacidad antioxidante tras la adición de la pectina de cascarilla de soya en la formulación cárnica. Se observó también que mediante el ensayo ABTS se obtuvieron porcentajes de actividad antioxidante mucho más altos que por medio del ensayo DPPH, esto se puede deber a la longitud de onda a la cual se realizaron las medidas para cada ensayo, desde la región del visible hay interferencias en la medición de compuestos coloreados que pueden estar presentes en los extractos evaluados a 517 nm (Beserra et al., 2011). Otra razón podría ser el mecanismo de reacción del DPPH con los antioxidantes, la cual está directamente relacionada con la conformación estructural de los mismos; es decir un antioxidante pequeño con mayor acceso al radical mostrará mejora actividad antioxidante, teniendo presente que el DPPH está impedido estéricamente (Beserra et al., 2011). La disminución observada en la capacidad antioxidante FRAP de SC se atribuye a que los compuestos fenólicos se encuentran interaccionando con productos de la oxidación de lípidos, lo que ocasiona una disminución de su actividad antioxidante durante la vida de anaquel del producto.

14. CONCLUSIÓN

La pectina extraída de la cascarilla de soya puede ser potencialmente utilizada como ingrediente para mejorar el aporte nutrimental y funcional de los productos cárnicos. La salchicha tipo Frankfurt tratada con la pectina mostró cualidades positivas desde el punto de vista nutricional: la presencia de fibra dietaria, menor contenido de grasa, propiedades antioxidantes, pero sobre todo, sin alterar las características físicas de dicho producto como el color y la textura, que son parte de los parámetros de calidad que determinaran la aceptación del producto embutido por parte de los consumidores. Este estudio permitirá continuar futuras investigaciones en la búsqueda de materiales y/o residuos industriales alimenticios para su aprovechamiento, lo que favorecerá la mejora de un sinnúmero de productos procesados de baja calidad nutrimental y en la formulación de nuevos productos con propiedades funcionales y nutraceuticas, y que finalmente esto permitiría incursionar en el aseguramiento de los beneficios hacia la salud.

15. BIBLIOGRAFÍA

Anusooya, S., Sun, D., Waterhouse, G., Young, S. y Perera, C. (2011). Physicochemical Properties of Bread Dough and finished bread with added pectin fiber and phenolic antioxidants. *Journal of Food Science*, 76 (1): 97-107.

AOAC-950.46 Moisture in Meat and Meat Products.

AOAC-968.08. Minerals in Animal Feed. Atomic Absorption Spectrophotometric Method.

AOAC-985.15 Fat in meat and poultry products.

AOAC-985.29 Enzymatic-Gravimetric Method. Total dietary fibre in foods.

AOAC-992.15 Protein in meat and meat products.

Aune, D., Chan, D., Vieira, A., Navarro, D., Vieira, R., Greenwood, D., Kampman, E. y Norat, T. (2013). Red and processed meat intake and risk of colorectal adenomas: a systematic review and meta-analysis of epidemiological studies. *Cancer Causes Control*, 24(4): 611-627.

Besbes Souhail, Attia Hamadi, Deroanne Claude, Makni Sakander, Blecker Christophe. (2008). Partial replacement of meat by pea fiber and wheat fiber: effect on the chemical composition, cooking characteristics and sensory properties of beef burgers. *Journal of Food Quality*, 31 (4): 480-489.

Beserra, M., Machado, P., Campos, A., Do Prado, G., Carvalho, C., Arraes, G., Gomes, T. (2011). Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. *Food Research International*, 44 (1): 2155-2159.

Bockki Min, In Young Bae, Hyeon Gyu Lee, Sang-Ho Yoo, Suyong Lee. (2010). Utilization of pectin-enriched materials from apple pomace as a fat replacer in a model food system. *Bioresource Technology*, 101 (4): 5414-5418.

Bockki Min, Jongbin Lim, Sanghoon Ko, Kwang-Geun Lee, Sung Ho Lee, Suyong Lee (2011). Environmentally friendly preparation of pectins from agricultural byproducts and their structural/rheological characterization. *Bioresource Technology*, 102 (4): 3855–3860.

Brouns, Theuwissen, Adam, Bell, Berger y Mensink. (2012). Cholesterol-lowering properties of different pectin types in mildly hypercholesterolemic men and women. *European Journal of Clinical Nutrition*, 66: 591–599.

Cáceres, E., García, M. L., Toro, J., y Selgas, M. D. (2004). The effect of fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. *Meat Science*, 68 (1): 87-96.

Caffall, K.H., & Mohnen, D. (2009). The structure, function, and biosynthesis of plant cell wall pectic polysaccharides. *Carbohydrate Research*, 344 (14): 1879-1900.

Candogan K. y Kolsarici N. (2003). The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters. *Meat Science*, 64 (1): 199-206.

Canteri-Scheminl Maria Helene, Ramos Fertonanill Heloísa Cristina, Waszczynskyjlll Nina, Gilvan Wosiacki. (2005). Extraction of pectin from apple pomace. *Archive Biological technology*, 48 (2): 200-217.

Castro H. (2005). Cascarilla de Soya. INTA Informa N° 330. E.E.A INTA Rafaela. Recuperado de: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/37-cascarilla_de_soja.pdf

Cengiz Emel y Gokoglu Nalan. (2007). Effects of fat reduction and fat replacer addition on some quality characteristics of frankfurter-type sausages. *International Journal of Food Science and Technology*, 42 (1): 366-372.

Chandalia, A. Garg, D. Lutjohann, N. Engl. (2000). Beneficial Effects of High Dietary Fiber Intake in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Journal of Medicine*, 342: 1392–1398.

Choi Y.S, Jeong J.Y, Choi J.H, Han D.J, Kim H.Y, Lee M.A. (2008). Effects of dietary fiber from rice bran on the quality characteristics of emulsion type sausages. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 28 (1): 14–20.

Chun Liu, Fen-Fen Cheng, Jin-Mei Wang, Zhi-Li Wan, Ying-En Sun & Xiao-Quan Yang. (2016). Preparation and characterisation of surface-active pectin from soya hulls by phosphate-assisted subcritical water combined with ultrasonic treatment. *International Journal of Food Science and Technology*, 51: 61–68.

Cierach M., Modzelewska-Kapituła M., Szaciłło K. (2009). The influence of carrageenan on the properties of low-fat frankfurters. *Meat Science*, 82 (1): 295–299.

Consejo Mexicano de la Carne (2011). Compendio Estadístico 2011 de la Industria Cárnica Mexicana. Boletín 64. Recuperado de: <http://comecarne.org/documentos-pdf/>

Córdoba A. (2005). Caracterización de Propiedades Relacionadas con la Textura de Suspensiones de Fibras Alimentarias. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Valencia, España.

Cosgrove, D.J. (2005). Growth of the plant cell wall. *Nature reviews, Molecular cell biology*, 6 (1): 850-861.

Cummings J., Beatty E., Kingman S. (1996). Digestion and physiological properties of resistant starch in the human large bowel. *British Journal of Nutrition*, 75 (1): 733-747.

Curtis P. Jorge. (1976). Células y Tejidos Vegetales. Introducción a la Citología Vegetal. Ed. Patena. 1ra ed. pp. 124.

De Luna Jiménez Alfonso. (2007). Composición y Procesamiento de la Soya para Consumo Humano. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 37 (1): 24-35.

Decker E. A. y Park Y. (2010). Healthier meat products as functional foods. *Meat Science*, 86 (1): 49-55.

Dietrich M., Block G., Janice M. Pogoda P., Buffler S., Hecht S., Preston M. (2005). A review: dietary and endogenously formed N-nitroso compounds and risk of childhood brain tumors. *Cancer Causes & Control*, 16 (6): 619-635.

Dzudie, T., Scher, J., Tchiégang, C., y Hardy, J. (2005). Effect of fat sources on the physico-chemical nutritional and textural properties of beef sausages. *Journal of Food Technology*, 3 (2): 220-225.

Escudero Álvarez E. y González Sánchez P. (2006). La fibra dietética. *Nutrición Hospitalaria*, 21 (2): 61-72.

FDA, Pectin on Generally Recognized as Safe (GRAS), Alphabetical List of SCOGS Substances. Obtenido de:

<http://www.fda.gov/Food/FoodIngredientsPackaging/GenerallyRecognizedasSafeGRAS/GRASSubstancesSCOGSDatabase/ucm084104.htm>

Feiner G. (2006). Meat composition and additives. *Meat products handbook*. Woodhead Publishing limited. Cambridge, Reino Unido. 1ra ed. Pp. 165-169.

Fernández-Ginés J. M., Fernández-López J., Aleson-Carbonell L., Sendra E., Sayas-Barberá E. y Pérez-Alvarez J. A. (2003). Effect of storage conditions on quality characteristics of bologna sausages made with citrus fibers. *Journal Of Food Science*, 68 (1): 710-715

Fernández-López J., Fernández-Ginés J. M., Aleson-Carbonell L., Sendra E., Sayas-Barberá E. y Pérez-Alvarez J. A. (2004). Application of functional citrus by-products to meat products. *Trends in Food Science & Technology*, 15 (1): 176-185.

Fox, G. (1984), Zur Wirtschaftlichkeit der Trocknung von Apfeltrester. *Confructa Studien*, 28: 174-182.

Gaggiotti M. C. y Gallardo M. (2006). Como utilizar la soya y sus subproductos en la alimentación del ganado lechero. Información Técnica para productores. SAPyA. INTA-CERSAN-EEA Rafaela. Santa Fe. Argentina. 1ra Ed. Pp. 54-65.

Enríquez-Guevara, E., Aispuro-Hernández, E., Vargas-Arispuro, I. y Martínez-Téllez, M. (2010). Oligosacarinas Derivadas de Pared Celular: Actividad Biológica y Participación en la Respuesta de Defensa de Plantas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 28 (2): 144-155.

García E. y Totosa A. (2008). Low-fat sodium-reduced sausages: Effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and κ-carrageenan by a mixture design approach. *Meat Science*, 78(4): 406-413.

Gibson GR. (2004). Fibre and effects on probiotics (the prebiotic concept). *Clinical Nutrition Supplements*, 1: 25-31.

Glinsky, V.V., y Raz, A. (2009). Modified citrus pectin anti-metastatic properties one bullet, multiple targets. *Carbohydrate Research*, 344(14): 1788-1791.

Gordon, M., Yanishlieva N., Pokorny J. (2001). Antioxidants and food stability. *Antioxidants in food*, 5 (1): 7–21.

Grassino Antonella, Brncic Mladen, Vikic-Topic Drazen, Roca Suncica, Dent Maja, Rimac Brncic Suzana. (2016). Ultrasound assisted extraction and characterization of pectin from tomato waste. *Food Chemistry*, 198 (5): 93-100.

Grasso, S., Brunton, N., Lyng, J., Lalor, F. y Monahan, F. (2014). Healthy processed meat products—Regulatory, reformulation and consumer challenges. *Trends Food Science Technology*, 39 (1): 4-17.

Guerrero, I., Arteaga, M.R. (1990). Tecnología de carnes: elaboración y preservación de productos cárnicos. Ed. Trillas. UAM, México. Pp. 12-18.

Guevara Valencia Mariana (2008). Utilización de almirdón de papa y gel de pectina en la preparación de salchicha baja en grasa. *Resúmenes de Bioestadística*, 1: 1-10.

Higgs J. D. y Mulvihill B. (2002). The nutritional quality of meat. *Food Science, Technology and Nutrition*. Woodhead Publishing limited. Cambridge, Reino Unido. 1ra ed. Pp: 102-104.

Huang, S. C., Tsai, Y. F. y Chen, C. M. (2011). Effects of wheat fiber, oat fiber, and inulin on sensory and physico-chemical properties of chinese-style sausages. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24 (6): 875-880.

Huang D., Ou B., Prior R.L. (2005). The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (1): 1841-1856.

Hui Y. H., Chandan, R. C., Clark, S., Cross, N. A., Dobbs, J. C., Hurst, W. J., Nollet, L. M. L., Shimoni, E., Sinha, N. y Smith, E. B. (2007). Handbook of Food Products Manufacturing John Wiley & Sons. 2da Ed.

Hur, S. J., Lee, S. Y., Lee, S. J. (2014). Effects of biopolymers encapsulations on the lipid digestibility of emulsion-type sausages using a simulated human gastrointestinal digestion model. *Food and bioprocess technology*, 7(8): 2198-2206.

Iglesias, M. T., y Lozano, J. E. (2004). Extraction and characterization of sunflower pectin. *Journal of Food Engineering*, 62 (3): 215-223.

International Life Sciences Institute (ILISI). (2004). Soya y Nutrición. Informe sobre el uso y la seguridad de la soya en la alimentación. Buenos Aires, Argentina. Editorial Public SAECyM.

Ipharraguerre, I. R.; Clark, J. H., 2003. Soyhulls as an alternative feed for lactating cows: A review. *Journal of Dairy Science*, 86 (4): 1052-1073.

Irving, C., Fitzpatrick, M. y Alexander, S. (1998). Phytoestrogens in soy-based infants foods: concentrations, daily intake, and possible biological effects. *Proceedings of the Society Experimental Biology and Medicine*, 217 (3): 247-53

Isaza Maya, Y., Restrepo Molina, D., López Vargas, J., Ochoa González, O. y González, J. G. 2012. Capacidad antioxidante, a los 10 días de almacenamiento, de sistemas modelo de salchicha tipo frankfurt adicionadas con extracto de cereza (*prunusaviuml*). *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 27 (2): 21-29.

Jiménez F. y Olmedilla, B. (2014). Functional meat products; development and evaluation of their health-promoting properties. *Nutrición Hospitalaria*, 29 (1): 1197- 1209.

Jones M. (2015). Effects of Soybean Pectin on Blood Glucose and Insulin Responses in Healthy Men. *ProQuest Dissertations Publishing*, 1: 159-170.

Jung, E. y Joo, N. (2013). Roselle (*Hibiscus sabdariffa L.*) and soybean oil effects on quality characteristics of pork patties studied by response surface methodology. *Meat Science*, 94(3): 391-401.

Kalapathy U. y Proctor A. (2001). Effect of acid extraction and alcohol precipitation conditions on the yield and purity of soy hull pectin. *Food Chemistry*, 73 (2): 393-396.

Kaya, Antonio G. Sousa, Marie-Jeanne Crepeau, Susanne O. Sørensen y MarieChristine Ralet. (2014). Characterization of citrus pectin samples extracted under different conditions: influence of acid type and pH of extraction. *Annals of Botany*, 114: 1319–1326.

Keys A, Grande F, Anderson JT. (2001). Fibre and pectin in the diet and serum cholesterol concentration in man. *Proceedings of the Society for Experimental Bioogy*, 106: 555-558.

Khan Muhammad, Sajid Arshad, Faqir Muhammad, Anjum Ayesha Sameen, Aneeq-ur-Rehman, Waqas Tariq Gill. (2011). Meat as a functional food with special reference to probiotic sausages. *Food Research International*, 44 (10): 3125-3133.

Kim, H. W., Lee, Y. J., y Kim, Y. H. B. (2015). Efficacy of pectin and insoluble fiber extracted from soy hulls as a functional non-meat ingredient. *Food Science and Technology*, 64 (2): 1071-1077.

Kimura M. e Itokawa Y. (1990). Cooking Losses of Minerals in Foods. *Journal of Nutrition Science*, 36: 25-33.

Kin Y. (2000). A technical review: Impact of dietary fiber on colon cancer occurrence. *Gastroenterology*, 118: 1235- 1257.

Kontogianni M., Panagiotakos D., Pitsavos C., Chrysohoou C. y Stefanadis, C. (2007). Relationship between meat intake and the development of acute coronary syndromes: The CARDIO2000 case–control study. *European journal of clinical nutrition*, 62 (2): 171-177.

Kosseva, M. y Webb, C. (2013). Food Industry Wastes: Assessment and Recuperation of Commodities. Manchester, United Kingdom: Academic Press. Pp: 54-69.

Kumar, A. y Chauhan G. (2010). Extraction and characterization of pectin from apple pomace and its evaluation as lipase (steapsin) inhibitor. *Carbohydrate Polymers*, 82 (2): 454-459.

Lajolo M, Saura C, Witing P, Wenzel M. (2001). Fibra Dietética en Iberoamérica: obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos. Brasil: Ed. Varela.

Larrauri, J.A. (1999). New approaches in the preparation of the high dietary fibre powders from fruit by-products. *Trends Food Science Technology*, 10: 3-8.

Leclerc, L., Cutsem, P.V., & Michiels, C. (2013). Anti-cancer activities of pH- or heat-modified pectin. *Frontiers in Pharmacology*, eCollection, 4 (128): 1-8.

Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J. y Cheng, S. (2006). Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chemistry*, 96 (2): 254-260.

Liu Chun, Fen-Fen Cheng, Jin-Mei Wang, Zhi-Li Wan, Ying-En Sun y Xiao-Quan Yang. (2016). Preparation and characterisation of surface-active pectin from soya hulls by phosphate-assisted subcritical water combined with ultrasonic treatment. *International Journal of Food Science and Technology*, 51: 61-68.

López-Amorós, M. (2000). Estudio de compuestos fenólicos en legumbres. Influencia de la variedad y del proceso de germinación. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Madrid.

López-López, I., Cofrades, S., y Jiménez-Colmenero, F. (2009). Low-fat frankfurters enriched with n-3 PUFA and edible seaweed: Effects of olive oil and chilled storage on physicochemical, sensory and microbial characteristics. *Meat Science*, 83(1): 148-154.

Matos-Chamorro Alfredo y Chambilla-Mamani Elmer. (2010). Importancia de la Fibra Dietética, sus Propiedades Funcionales en la Alimentación Humana y en la Industria Alimentaria. *Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1: 4-17.

McAfee A. J., McSorley E. M., Cuskelly G. J., Moss B. W., Wallace J. M. W., Bonham M. P. y Fearon A. M. (2010). Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. *Meat Science*, 84(1): 1-13.

Méndez-Zamora Gerardo, García-Macías José Arturo, Santellano-Estrada Eduardo, Chávez-Martínez América, Durán-Meléndez Lorenzo Antonio, Silva-Vázquez Ramón, Quintero-Ramos Armando. (2015). Fat reduction in the formulation of frankfurter sausages using inulin and pectin. *Food Science and Technology*, 35 (1): 25-31.

Merlo Hernández Nancy. (2016). Índice Nacional de Precios al Consumidor. Atlas de la carne. Adendum México. Recuperado de: https://mx.boell.org/sites/default/files/hbs_ac_122016_web_pages.pdf

Micha Renata; Sarah K. Wallace; Dariush Mozaffarian (2010). Red and Processed Meat Consumption and Risk of Incident Coronary Heart Disease, Stroke, and Diabetes Mellitus. *Circulation*, 121: 2271-2283.

Mollea, C., Chiampo, F., Conti, R. (2008). Extraction and characterization of pectins from cocoa husks: A preliminary study. *Food Chemistry*, 107:1353-1356.

Mudgil D. y Barak S. (2013). Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 61:1-6

Muñoz Ordoñez Francisco José. (2011). Extracción y Caracterización de la pectina obtenida a partir del fruto de dos ecotipos de cocona (*Solanum Sessiliflorum*), en diferentes grados de madurez; a nivel de planta piloto. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola. Universidad Nacional de Colombia.

NMX-F-065-1984. ALIMENTOS. SALCHICHAS. ESPECIFICACIONES. FOODS. SAUSAGE. SPECIFICATIONS. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.

Norat T., Aune D., Chan D., Lau R., Vieira R., Greenwood D., Kampman E. (2011). Dietary fibre, whole grains, and risk of colorectal cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *BMJ*, 343: 1-20

Olmedilla-Alonso B., Jiménez-Colmenero F. y Sánchez-Muniz F. J. (2013). Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods. *Meat Science*, 95(4): 919-930.

Onyango Ogutu Fredrick y Mu Tai-Hua (2017). Ultrasonic degradation of sweet potato pectin and its antioxidant activity. *Ultrason Sonochem.* 38: 726-734.

Ordoñez Marta, Rovira Jordi e Isabel Jaime. (2001). The relationship between the composition and texture of conventional and low-fat frankfurters. *International Journal of Food Science and Technology*, 36: 749-758.

Park J. H., Kang S. N., Shin D., Hur I. C., Kim I. S. y Jin S. K. (2013). Antioxidant Activities of *Achyranthes japonica* Nakai Extract and Its Application to the Pork Sausages. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26 (2): 287-294.

Ramos, N. A. G., Farias, M. E., Almada, C. y Crivaro, N. (2004). Estabilidad de salchichas con hidrocoloides y emulsificantes. *Información tecnológica*, 15(4): 91-94.

Rascón-Chu, A.; Martínez-López, A.L.; Carvajal-Millán, E.; Ponce de León Renova, N.; Márquez-Escalante, J.; Romo-Chacón, A. (2009). Pectin from low quality 'Golden Delicious' apples: Composition and gelling capability. *Food Chemistry*, 116: 101-103.

Rege, D.V. (1981). Nutritional aspects of legumes: Some research needs. In Proceedings of the Workshop on Grain Legumes (A.S. Aiyer and K.R. Iyer, eds.). Protein Foods and Nutrition Development Association of India, Bombay. 123-132.

Revista del Consumidor (2010). El laboratorio PROFECO reporta: Salchichas. Diciembre 2010. Recuperado de: https://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_07/38-47%20LAB%20SALCHICHASOKMM.pdf

Rojas J., Perea A., Stashenko E. (2008). Obtención de aceites esenciales y pectinas a partir de subproductos de jugos cítricos. Revista de la Facultad de Química Farmacéutica, 1 (16):110-115.

Salvador Badui Dergal. Química de los Alimentos. (2013). Editorial Pearson. 5ta Edición.

Santiaguin Padilla Aarón Jonary. (2015). Digestibilidad in-vitro de un embutido cárnico formulado con grasa encapsulada con pectina. Tesis Doctoral. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Hermosillo, Sonora.

Sarmiento T. (2012). Impacto del Procesamiento Sobre la pared Celular y las propiedades Hipoglucémicas y Tecnofuncionales de leguminosas. Tesis de Maestría. Departamento de Química Agrícola. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, España.

Savadkoohi, S., Hoogenkamp, H., Shamsi, K. y Farahnaky, A. (2014). Color, sensory and textural attributes of beef frankfurter, beef ham and meatfree sausage containing tomato pomace. *Meat Science*, 97 (4): 410-418.

Sáyago-Ayerdi S. G, Brenes A., Viveros A., Goñi I. (2009). Antioxidative effect of dietary grape pomace concentrate on lipid oxidation of chilled and long-term frozen stored chicken patties. *Meat Science*, 83 (3):528-33.

Sharma B. R, Naresh L., Dhuldhoya N. C, Merchant S. C. y Merchant U. C. (2006). An Overview on Pectins. *Times Food Processing Journal*, June-July Issue: 44-51.

Sousa R., Florindo Guedes M. A, Mendes Marques M. M, Araújo Viana, Neto I, da Silva G , Alves Salmito P y Gusmão Pinto Vieira I. (2014). Hypoglycemic Effect of New Pectin Isolated from Passiflora Glandulosa Cav In Alloxan-Induced Diabetic Mice. *World Journal Of Pharmacy And Pharmaceutical Sciences*, (4) 1: 1571-1586.

Stephen A.M., G. O.Phillips y P.A. Williams. (2006). Food Polysaccharides and their applications. London: Taylor & Francis

Tarté Rodrigo. (2008). Basic Curing Ingredients. Ingredients in Meat Products: Properties, Functionality and Applications. Madison, Wisconsin, USA: Springer.

Thaipong K., Boonprakob U., Crosby K., Cisneros-Zevallos L., Byrne D. H. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (6): 669-675.

Thakur, B.R., Singh, R.K., Handa, A.K. (1997). Chemistry and uses of pectin. A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37 (1): 47-73.

Threapleton D., Greenwood D., Evans C., Cleghorn C., Nykjaer C., Woodhead C., Cade J., Gale C. y Burley V. (2013). Dietary Fiber Intake and Risk of First Stroke. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Stroke*, 44:1360-1368

Toldra F. y Reig M. (2011). Innovations for healthier processed meats. *Trends Food Science. Technology*, 22 (9): 517-522.

Terpstra H. M, Lapré J. A, de Vries, H. T, Beynen A. C. (2002). The hypocholesterolemic effect of lemon peels, lemon pectin, and the waste stream material of lemon peels in hybrid F1B hamsters. *European Journal of Nutrition*, 41: 19–26.

Tyagi Vandana, Pramod Kumar Sharma, Rishabha Malviya (2015). Pectins And Their Role in Food and Pharmaceutical Industry: A Review. *Journal of Chronotherapy and Drug Delivery*, 6 (3): 65-77.

Urias-Orona Vania, Huerta-Oros Joselina, Carvajal-Millán Elizabeth, Lizardi-Mendoza Jaime, Rascón-Chu Agustín y Gardea Alfonso A. (2010). Component Analysis and Free Radicals Scavenging Activity of *Cicer arietinum* L. Husk Pectin. *Molecules*, 15: 6948-6955.

Vaclavik, V.A., y Christian, E.W. (2008). Essential of food science. Chapter 13: Food emulsion and foams. Madison, Wisconsin, USA: Springer.

Valenzuela-Melendres, M., Torrentera-Olivera, N. G., Gonzalez-Aguilar, G., Villegas-Ochoa, M., Cumplido-Barbeitia, L. G. y Camou, J. P. 2014. Use of Avocado and Tomato Paste as Ingredients to Improve Nutritional Quality of Pork Frankfurter. *Journal of Food Research*, 3 (3):132.

Vasily V. Smirnov, Victoria V. Golovchenko, Fedor V. Vityazev, Olga A. Patova, Nikolay Yu. Selivanov, Olga G. Selivanova y Sergey V. Popov. (2017).

The Antioxidant Properties of Pectin Fractions Isolated from Vegetables Using a Simulated Gastric Fluid. *Journal of Chemistry*, Vol. 2017. Article ID 5898594: 1-10.

Venzon S.S., Canteri M.H.G., Granato D. (2015). Physicochemical properties of modified citrus pectins extracted from orange pomace. *Journal of Food Science Technology*, 52 (7): 4102-4112

Vriesmann, L. C., De Mello Castanho Amboni, R. D., y de Oliveira Petkowicz, C. L. (2011). Cacao pod husks (*Theobroma cacao* L.): Composition and hot-water-soluble pectins. *Industrial Crops and Products*, 34: 1173–1181.

Viuda-Martos M., Ruiz-Navajas Y., Fernández-López J., Pérez-Álvarez J. A. (2009). Effect of adding citrus waste water, thyme and oregano essential oil on the chemical, physical and sensory characteristics of a bologna sausage. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10 (4): 655-660

Voragen, A. G. J., Pilnik, W., Thibault, J. F., Axelos, M. A. V., y Renard, C. M. G. C. (2009). Food polysaccharides and their applications. New York: Marcel Dekker Inc. 2da Ed. Pp 256.

Voragen, G., Coenen, G., Verhoef, R., Schols, H. (2009). Pectin, a versatile polysaccharide present in plant cell walls. *Structure Chemistry*, 1 (6): 140-155.

Vural Halil, Javidipour Issa, Ozbas Ozen. (2004). Effects of interesterified vegetable oils and sugarbeet fiber on the quality of frankfurters. *Meat Science*. 67 (1):65-72.

Wang, Y. y Beydoun, M. A. (2009). Meat consumption is associated with obesity and central obesity among US adults. *International Journal of Obesity*, 33 (6): 621-628.

Wenjun Wang, Xiaobin Ma., Peng Jiang, Lyulin Hu, Zijian Zhi, Jianle Chen, Tian Ding, Xingqian Ye., Donghong Liu. (2016). Characterization of pectin from grapefruit peel: A comparison of ultrasound-assisted and conventional heating extractions. *Food Hydrocolloids*, 61: 730-739.

Xiong Y. L., Alvarez D., Castillo M. y Payne F. A. (2010). Prediction of beef meat emulsion quality with apparent light backscatter extinction. *Food Research International*, 43 (5): 1260-1266.

Yapo, B. M., Lerouge, P., Thibault J.F., & Ralet, M.C. (2007a). Pectins from citrus peel cell walls contain homogalacturonans homogenous with respect to molar mass, rhamnogalacturonan I and rhamnogalacturonan II. *Carbohydrate Polymers*, 69 (3): 426-435.

Yapo B. M, Roberta, Etiennea, Watheleta, Paquota. (2007b). Effect of extraction conditions on the yield, purity and surface properties of sugar beet pulp pectin extracts. *Food Chemistry*, 100 (4): 1356-1364.

Yilmaz I., Gegel U. (2009) Effect of inulin addition on physico chemical and sensory characteristics of meatballs. *The Journal of Food Science and Technology*, 46: 473-476.

Yuliarti O., Chong S. y Goh K. (2017). Physicochemical properties of pectin from green jelly leaf (*Cyclea barbata* Miers). *Int J. Biol. Macromol*, 103:1146-1154.

Zulet, M., Martínez, J. (2001). Dieta Mediterránea: legumbres y colesterolemia. *Revista chilena de nutrición*, 28: 312-320.